

DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, boulevard Raspail, Paris-VII^e

SOMMAIRE

| | SERVICE |
|--|---------|
| 204. A. JOISEL, Recherches sur les pompes à béton. (Matériel de chantier, n° 6). | A |
| 205. Étalement, échafaudages, ouvrages spéciaux. (Manuel de la Charpente en bois, n° 12). | A C |
| 206. L. MACLOU, Procédés américains de construction de routes. Leur application en Louisiane et au Texas. J. A. MACHAT, Influence du machinisme dans la productivité américaine. (Travaux Publics, n° 13). | A |
| 207. DOCUMENTATION TECHNIQUE, n° 47. (Documentation réunie en juin 1951). | A C D |
| 208. R. RÉ, Les études des réseaux d'irrigation. (Questions générales, n° 12). | A |

CENTRE D'ETUDES SUPERIEURES
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE
28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS (VII^e)

LABORATOIRES DU BATIMENT
ET DES TRAVAUX PUBLICS
12, RUE BRANCION, PARIS (XV^e)

BUREAU SECURITAS
9, AVENUE VICTORIA, PARIS (IV^e)

CENTRE D'INFORMATION ET DE
DOCUMENTATION DU BATIMENT
100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS (VI^e)

BÉTON PRÉCONTRAIT

Étude théorique et expérimentale.

Par **Y. GUYON**, Ingénieur Diplômé de l'École Polytechnique.

Préface de **E. FREYSSINET**, Inspecteur Général Honoraire des Ponts et Chaussées.

L'emploi du béton précontraint se généralisant de plus en plus, il est devenu nécessaire que tout constructeur ait à sa disposition sur cette technique, une documentation lui permettant de concevoir, de calculer et d'exécuter les ouvrages avec la sécurité requise.

Le béton précontraint a en effet sa propre technique qui le différencie du béton armé et il est nécessaire d'éviter de tomber dans l'empirisme.

Le traité annoncé répond à ces besoins. Il se compose de trois parties principales :

— Dans une première partie, les principes essentiels et les différents procédés sont étudiés théoriquement et expérimentalement.

— Une deuxième partie précise les méthodes de calculs élastiques en insistant particulièrement sur les problèmes qui se posent le plus fréquemment. Des exemples sont traités jusqu'au bout numériquement.

— Une troisième partie décrit de nombreux essais et en tire des conclusions pratiques au sujet de l'établissement des projets et de la sécurité; des méthodes de calculs élasto-plastiques sont proposées.

On a cherché à éviter les développements et les théories compliquées tout en fournissant à l'ingénieur et à l'exécutant un instrument de travail suffisamment complet.

Ainsi que le dit M. FREYSSINET dans la préface qu'il a faite pour ce livre « L'idée de précontrainte est d'une extrême simplicité dans son principe ». On peut en effet exposer et comprendre la précontrainte sans faire appel à un appareil mathématique, tout au moins sans dépasser les notions usuelles de Résistance des Matériaux. De même, au point de vue des réalisations, certains constructeurs hésitent et reculent devant le caractère inhabituel des difficultés qui se présentent. La précontrainte n'est pas compliquée à réaliser, mais elle ne « pardonne pas ». Le livre donne toutes les indications nécessaires sur les procédés qui permettront au constructeur de résoudre les problèmes qui se poseront à lui.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS COMMUNES AUX PRINCIPALES CONSTRUCTIONS PRÉCONTRAINTES

CHAPITRE PREMIER

Notions préliminaires.

Exemples simples de poutres précontraintes. — Diminution du taux de précontrainte avec le temps. Limite du taux de précontrainte au bout d'un long délai. — Possibilités d'annulation des effets de charges fixes par la précontrainte. Précontrainte par câbles courbes. — Résistance aux efforts tranchants.

CHAPITRE II

Matériel utilisé pour l'exécution des constructions précontraintes.

Pièces précontraintes à l'aide d'aciers mis en traction après prise et durcissement du béton. — Précontrainte par armatures souples pré tendues. — Constructions précontraintes sans armatures à l'aide de vérins prenant appui sur des câbles extérieurs. — Pièces à armatures tendues d'avance prenant appui sur des organes extérieurs aux pièces à précontraindre.

CHAPITRE III

Matériaux du béton précontraint.

Bétons : Déformations longitudinales sous charge. — Aciers : Caractéristiques générales. — Déformation des aciers durs. Fluage et relaxation.

CHAPITRE IV

Influence des frottements des câbles dans leurs gaines au moment de la mise en traction.

CHAPITRE V

Résistance au feu.

CHAPITRE VI

Efforts dans les abouts des pièces au voisinage des faces d'appui des forces de précontrainte. — Cas des poutres à câbles.

Évaluation des efforts d'about. — Règles pratiques de frottement : Exemples.

CHAPITRE VII

Ancrage par adhérence dans les poutres précontraintes par fils tendus d'avance.

CHAPITRE VIII

Efforts aux abouts des pièces précontraintes par fils tendus d'avance. — Frettings.

Tractions inter-fils.

DEUXIÈME PARTIE

CALCUL ÉLASTIQUE DES POUTRES ISOSTATIQUES

CHAPITRE IX

Calcul élastique des poutres isostatiques de section constante précontraintes par des câbles de section uniforme et soumises à une flexion simple.

Exemples de calcul de sections. — Étude générale. Méthodes et formules pour le calcul d'une section : Principes généraux. — Interprétation géométrique et mécanique des conditions de résistance d'une section précontrainte. — Méthodes de calcul pratique des sections. — Tracé des câbles : Tracés limites. — Tracés pratiques. — Règle pratique applicable au cas de poutres appuyées à leurs extrémités et soumises à des charges uniformes. — Exemple de tracé de câbles. Pont d'Eu (S.-Inf.). — Résistance à l'effort tranchant.

CHAPITRE X

Formules diverses relatives aux poutres isostatiques de section constante et d'armature uniforme.

Dalles et poutres rectangulaires : Portée critique en fonction de la surcharge et des limites de contraintes. — Poutres : Détermination du profil d'une poutre connaissant sa hauteur et ses modules de résistance $\frac{I}{v}$ et $\frac{I}{v'}$.

CHAPITRE XI

Calcul des poutres de section constante à fils parallèles tendus avant bétonnage.

Différence entre les poutres à câbles et les poutres à fils parallèles. — Exemples.

CHAPITRE XII

Poutres de section uniforme à câbles relevés.

Généralités. — Méthode préconisée. — Graphique de variation des précontraintes individuelles. — Épure d'ensemble du relevage des câbles dans le cas où ceux-ci se relèvent successivement. — Exemples.

CHAPITRE XIII

Poutres isostatiques de hauteur variable soumises à une flexion simple.

Calcul à la flexion. — Détermination des sections : Exemple de calcul d'une poutre d'égale résistance. — Essais d'une poutre calculée suivant la méthode précédente. — Corrections à apporter au calcul des contraintes quand la variation de hauteur est très rapide. — Résistance à l'effort tranchant : Répartition des contraintes de cisaillement dans la section. — Armatures secondaires minimums à prévoir dans une poutre à hauteur variable.

TROISIÈME PARTIE

ESSAIS DE POUTRES ISOSTATIQUES SÉCURITÉ

CHAPITRE XIV

Essais de poutres isostatiques à câbles.

Description. Résultats. Interprétations.

CHAPITRE XV

Essais sur des poutres à fils tendus d'avance.

Essais à rupture de poutrelles. — Essais de réception en fabrication courante de poutrelles de plancher. — Essais statiques et dynamiques sur des poutres rectangulaires.

CHAPITRE XVI

Essais à la fissuration sur des poutres rectangulaires Influence des aciers doux longitudinaux. Influence de la précontrainte.

Description. Résultats. Interprétations et conclusions.

CHAPITRE XVII

Résumé des résultats d'essais de poutres isostatiques en béton précontraint.

Déformations. — Fissuration. — Essais de rupture par flexion. — Essais au cisaillement.

CHAPITRE XVIII

Indications sur les coefficients de sécurité et sur le calcul élasto-plastique des poutres isostatiques en béton précontraint.

Étude des différentes sécurités. Règles de dimensionnement qui en résultent.

ANNEXE I

Calcul des contraintes dans les extrémités des poutres à section rectangulaire soumises à des forces appliquées sur les surfaces d'about.

ANNEXE II

Direction des fissures d'effort tranchant dans les poutres précontraintes (théories de M. BETEILLE et de M. ROBINSON).

ANNEXE III

Lois de variation des contraintes de cisaillement pour une poutre de hauteur variable dans une section donnée.

Un volume grand in-8 raisin relié de 728 pages, comprenant 503 figures. Prix F : 4 500. Franco port F : 4704.

En vente à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e et aux Éditions Eyrolles, 61, boulevard Saint-Germain, Paris-V^e.

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e

Septembre 1951

N° 204

Nouvelle série.

MATÉRIEL DE CHANTIER, N° 6

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

EXPOSÉ DU 12 DÉCEMBRE 1950

SOUS LA PRÉSIDENCE DE **M. A. RANDON**,
Vice-Président des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

RECHERCHES SUR LES POMPES A BÉTON

Par **M. A. JOISEL**,

Ancien Élève de l'École Polytechnique, Chef de Service aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

Cette étude a été réalisée à la demande et grâce à la subvention du
CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

SOMMAIRE

| | Pages. | | Pages. |
|---|--------|---------------------------------|--------|
| INTRODUCTION..... | 3 | IV. Air occlus..... | 9 |
| CHAP. I. — Théorie de la pompe à béton..... | 3 | V. Porosité de l'agrégat..... | 9 |
| I. Fonctionnement de la pompe..... | 3 | VI. Débit..... | 10 |
| II. Conception fondamentale du béton pompé..... | 3 | VII. Tuyaux..... | 11 |
| III. Arrêt des pompes. « Bouchons »..... | 4 | VIII. Moteur..... | 12 |
| IV. Calcul de la pression au départ..... | 5 | IX. Appareils pneumatiques..... | 12 |
| V. Portées limites..... | 6 | CONCLUSION..... | 12 |
| VI. Coudes..... | 6 | DISCUSSION..... | 13 |
| CHAP. II. — Emploi de la pompe à béton..... | 7 | COMMUNICATION DE M. JAVAY..... | 15 |
| I. Consistance du béton..... | 7 | ANNEXE..... | 17 |
| II. Granulométrie et homogénéité..... | 8 | BIBLIOGRAPHIE..... | 18 |
| III. Kieselgur..... | 9 | | |

LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Je suis heureux de vous présenter M. JOISEL, Chef de Service aux *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* qui va nous faire une conférence sur le *Matériel de Chantier : Concasseurs, bétonnières, pompes à béton* (1).

A priori, l'on pourrait croire que ces sujets sont épuisés et que tout a été dit en ce qui les concerne, c'est-à-dire que ces matériels sont arrivés à un stade quasi définitif de perfectionnement.

Vous allez voir tout à l'heure qu'il n'en est rien et que les recherches de M. JOISEL s'imposaient véritablement.

Je crois devoir vous rappeler que les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics*, sous la direction de M. L'HERMITE dont nous apprécions tous, à la fois

la compétence, le dynamisme et la haute courtoisie, connaissent deux sortes d'activités :

L'une en somme commerciale, consiste en l'exécution d'essais de toutes natures, pour le compte de clients particuliers dont nous sommes, ou de collectivités publiques, essais sur les sols, les bétons, sur les aciers, sur les peintures, etc.

L'autre est la recherche scientifique et pratique, sur des sujets présentés par les diverses Chambres syndicales appartenant aux Fédérations mères.

M. JOISEL s'occupe tout particulièrement des recherches sur le matériel de chantier. C'est pourquoi nous allons l'entendre parler aujourd'hui et avec quelle compétence, des Concasseurs, des Bétonnières et des Pompes à béton (1).

Je passe la parole à M. JOISEL.

(1) Les essais sur un concasseur à mâchoires qui ont été cités se poursuivent et leurs résultats seront publiés ultérieurement dans un compte rendu complet.

Les essais sur les bétonnières ont fait l'objet du fascicule des *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, n° 130 : L'HOMOGÉNÉITÉ DU BÉTON ET LES BÉTONNIÈRES II (janvier 1951).

RÉSUMÉ

Le coefficient de frottement du béton (considéré comme une matière globale) est de l'ordre de 0,2 à 0,4 sur l'acier, tant que son mouillage est inférieur au *dosage critique*, pour lequel l'eau remplit tous les vides des grains solides. A partir de ce moment, ces grains sont en suspension dans l'eau et n'exercent sur les parois de la canalisation qu'une légère pression due à leur poids (diminué de la poussée d'ARCHIMÈDE).

Le béton ne peut glisser dans les tuyaux que si son mouillage est supérieur au *dosage critique*. Sinon il forme un bouchon dont la pression croît rapidement et bloque la pompe. Une pompe ne peut donc assurer que le transport d'un béton homogène et assez mouillé pour correspondre à un *slump test* de 5 à 10 cm.

Le maintien de l'homogénéité ne peut être assuré que si le béton a un pouvoir de rétention d'eau suffisant, ce qui ne peut lui être conféré que par une granulométrie correcte et un dosage suffisant en *éléments fins* (sable, ciment, kieselgur, etc.).

L'air occlus doit être employé avec prudence car il est compressible.

La pression au départ est donnée (en kg/cm²) par les formules suivantes :

$$P = 0,14lf \text{ pour un parcours horizontal;} \\ p = 0,24h \text{ pour un parcours vertical;}$$

si f est le coefficient de frottement des matériaux solides dans les tuyaux; l et h les portées respectives horizontale et verticale exprimées en mètres.

SUMMARY

The coefficient of friction of concrete considered as one material is about 0.2 to 0.4 against steel as long as the water content is below the *critical content* at which value the water fills all the voids in the sand. From this value upwards the grains are suspended in water and only exert a slight pressure on the walls of the pipe due to their weight less the upthrust of their volume of water.

Concrete can only slide through a pipe if it is wetter than the *critical content*, otherwise it forms a plug which sticks tight and quickly stops the pump. A pump can therefore only transport uniform concrete which is wet enough for a *slump test* of 2 to 4 inches.

Uniformity can only be ensured by a high water retaining power in the concrete which in turn can only come from a correct grading with *sufficient fines* (sand, cement, kieselgur, etc.).

Entrained air should only be used with caution since it is compressible.

The starting pressure is given in psi by the following formulas :

$$P = 0,61lf \text{ for a horizontal journey;} \\ p = 1,04h \text{ for a lift;}$$

where f is the coefficient of friction of the solids against the pipe; l and h are the horizontal and vertical distances in feet.

EXPOSÉ DE M. JOISEL

INTRODUCTION

Les pompes à béton n'existent que depuis une vingtaine d'années, mais on peut dire que dans ce domaine la technique a évolué plus vite que la science. Les quelques milliers de pompes utilisées sur les deux continents (dont environ 200 pour l'Union Française) ont permis de faire de nombreuses observations dispersées; mais comme l'a dit Henri POINCARÉ, une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison.

Si ce matériel est relativement peu répandu alors qu'il pourrait rendre de nombreux services dans les constructions importantes en béton, c'est qu'il a souvent donné lieu à des mécomptes dus principalement à l'absence de doctrine. Nous nous sommes efforcés de combler cette lacune.

Pour plus de commodité dans les calculs, la *pression* P désignera conventionnellement la différence entre la *pression totale* Π et la *pression atmosphérique* (voisine de 1 kg/cm^2) :

$$P = \Pi - 1.$$

CHAPITRE PREMIER

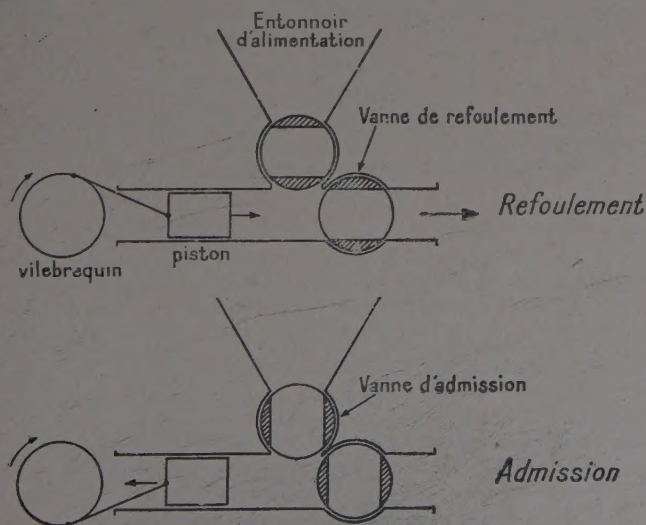
THÉORIE DE LA POMPE A BÉTON

1,11 I. — FONCTIONNEMENT DE LA POMPE

La figure 1 représente le schéma d'une pompe à béton. Le corps de pompe est horizontal. Il est fermé à une extrémité par un *piston* mû par un vilebrequin et à l'autre par une *vanne de refoulement*. Il est surmonté d'une *trémie d'alimentation*, ayant la forme d'un entonnoir conique, fermée par une *vanne d'admission* (ou d'aspiration).

Les deux vannes s'ouvrent et se ferment rapidement quand le piston arrive aux extrémités de sa course.

FIG. 1.



1,12 II. — CONCEPTION FONDAMENTALE DU BÉTON POMPÉ

Coefficient
de
frottement

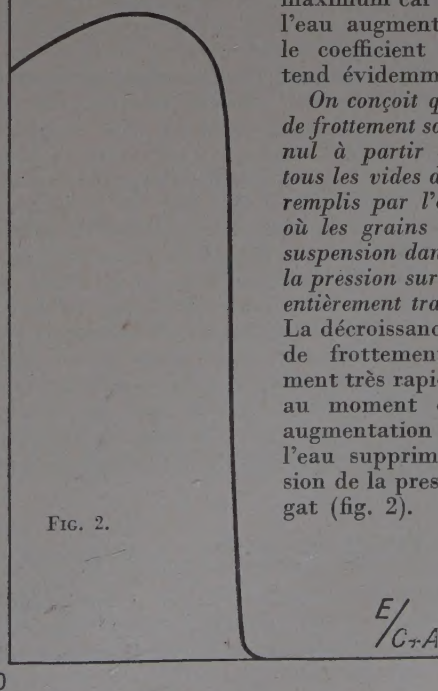


FIG. 2.

Le coefficient de frottement croît d'abord avec le mouillage. Il passe donc par un maximum car si le dosage de l'eau augmente indéfiniment le coefficient de frottement tend évidemment vers zéro.

On conçoit que le coefficient de frottement soit pratiquement nul à partir du moment où tous les vides de l'agrégal sont remplis par l'eau, c'est-à-dire où les grains solides sont en suspension dans le liquide, car la pression sur l'acier est alors entièrement transmise par lui. La décroissance du coefficient de frottement est évidemment très rapide, car il arrive au moment où une faible augmentation du dosage de l'eau supprime la transmission de la pression par l'agrégal (fig. 2).

Le coefficient de frottement dépend de la quantité du liquide de mouillage et non de sa qualité ou de sa viscosité. Les essais de l'alcool et de la glycérine employés comme liquides de mouillage donnent sensiblement le même frottement.

Au départ (faible dosage de l'eau), les courbes accusent une petite augmentation du coefficient de frottement en fonction du mouillage (les rares exceptions ne peuvent être attribuées qu'à la dispersion inévitable des essais). Ce phénomène peut être lié directement ou indirectement à la formation de la pellicule d'eau superficielle des grains de la matière et au foisonnement.

Pour un agrégat de granulométrie uniforme, de poids spécifique 2,65 dont la compacité est voisine de 60 %, le coefficient de frottement est nul à partir du mouillage correspondant à un rapport $\frac{E}{A} = \frac{40}{60} \times \frac{1}{2,65} = 0,25$ (en poids).

Pour un ciment, le coefficient de frottement s'annule à partir de $\frac{E}{C} = 0,35$ environ. Pour les mortiers, à partir de $\frac{E}{C + A} = 0,20$ environ, et pour les bétons, à partir de $\frac{E}{C + A} = 0,15$ environ.

Le béton pompable représente en quelque sorte un état limite, et son mouillage doit dépasser un dosage critique. Un béton moins mouillé imposerait sa pression à la canalisation par l'intermédiaire des grains solides seuls. Il en résulterait un frottement considérable et un arrêt de la pompe (cf. 1,13). Au contraire, pour un béton trop mouillé l'eau en excès sous pression tend à s'échapper du squelette solide et à ramener le béton vers un état moins mouillé. La stabilité de cet état limite impose donc une bonne imperméabilité du béton frais qui ne peut être obtenue que par une granulométrie appropriée et une proportion suffisante d'éléments fins.

Au cours des essais, la décroissance de la courbe n'a pu être observée que sur des mélanges contenant des matières pulvérulentes (farine, ciment, chaux, kieselgur) capables de retenir l'eau. En effet, le principe même qui veut que la pression soit transmise à l'acier par l'eau impose que la pression de l'eau augmente en conséquence. Elle tend donc à fuir par les interstices du dispositif expérimental. Il en est d'ailleurs de même dans les pompes à béton, au départ où l'eau et la laitance fuient facilement entre le piston et le corps de pompe, entraînant une usure rapide de l'acier (et nous touchons là un tendon d'ACHILLE) et au cours du transport où l'eau chemine vers les zones de pression moins élevée. Elle tend donc à aller plus vite que l'agrégat et le ciment. En particulier dans les coudes (1,16), où la pression décroît plus rapidement d'amont en aval, la ségrégation se produit plus facilement que dans les tuyaux droits.

1,13 III. — ARRÊT DES POMPES « BOUCHONS »

Si le mouillage du béton est inférieur au dosage critique, ce béton peut être considéré dans la canalisation comme une matière globale définie, ayant un coefficient de frottement f .

Si l'on néglige la pesanteur et l'inertie des matériaux, un élément du boudin de béton compris entre deux sections droites du tuyau est soumis aux forces longitudinales suivantes (fig. 3) :

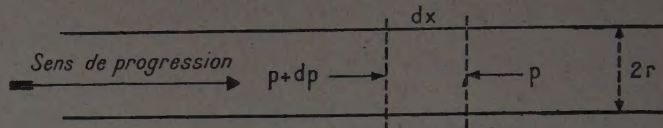


Fig. 3.

1° Sur la section aval : $p\pi r^2$ si p est la pression supposée uniforme dans cette section et r le rayon intérieur;

2° Sur la section amont située à une distance dx : $(p + dp)\pi r^2$;

3° Sur la paroi latérale $(2\pi r dx) \times fp'$, p' étant une valeur comprise entre p et $(p + dp)$, si l'on suppose la pression radiale égale à la pression longitudinale.

L'équilibre de l'élément de béton (qui correspond à une valeur minima du gradient de pression pour que la propulsion puisse s'effectuer), s'écrit :

$$(p + dp) \pi r^2 = p\pi r^2 + 2\pi r dx fp'.$$

Quand dx tend vers 0, p' tend vers p , et l'on a :

$$\frac{dp}{p} = \frac{2f}{r} dx.$$

D'où en intégrant :

$$p = \lambda e^{\frac{2f}{r} x}$$

Par conséquent, si le coefficient de frottement du béton considéré comme une matière globale, a une valeur appréciable, la pression dans les tuyaux est une fonction exponentielle de la portée.

Considérons une pompe propulsant du béton dans une canalisation de diamètre 20 cm (1) et dont la pression maxima au départ est de 8 kg/cm². Supposons qu'il tombe de la bétonnière dans le corps de pompe 10 l de béton relativement sec, c'est-à-dire dont le mouillage soit inférieur au dosage critique, et dont le coefficient de frottement soit par exemple 0,2. Ces 10 l de béton occupent une longueur de tuyau de :

$$x = \frac{10\,000}{100\pi} = 32 \text{ cm.}$$

Posons $x = 0$ pour l'extrémité aval de ce bouchon. On en déduit $\lambda = 8$.

D'où la pression pour l'extrémité amont du bouchon :

$$p = 8e^{\frac{2 \times 0,2 \times 32}{10}} = 8e^{1,28} = 29 \text{ kg/cm}^2.$$

La pompe peut quelquefois supporter cette pression mais pour la fin du travail quand la canalisation doit être vidée au moyen d'air comprimé à 6 à 10 kg/cm². Ce simple bouchon de 32 cm de longueur ne peut être évacué sans démonter les tuyaux (on voit qu'il était licite de négliger pour ces calculs le poids et l'inertie du béton comme nous l'avons fait).

Pour 20 l de béton trop sec, occupant une longueur de tuyau de 64 cm, on aurait : $p = 8e^{2,56} = 103 \text{ kg/cm}^2$.

Pour 30 l de béton trop sec, occupant une longueur de tuyau de 96 cm, on aurait : $p = 8e^{3,84} = 374 \text{ kg/cm}^2$.

(1) Les diamètres habituels sont de l'ordre de 12 à 20 cm.

Or les pressions maxima que peuvent supporter habituellement les pompes sont de l'ordre de 30 kg/cm². On comprend ainsi qu'on puisse parler d'un véritable « bouchon » de béton trop « raide » : il suffit quelquefois qu'il occupe la millièmes partie du parcours pour arrêter la propulsion et bloquer irrémédiablement la pompe. Et c'est pourquoi on a pu dire aussi que l'emploi d'une pompe est une assurance contre l'hétérogénéité du béton, car le moindre nid de cailloux ne passe pas.

1,14 IV. — CALCUL DE LA PRESSION AU DÉPART

D'après ce qui précède (1,13) on est conduit à penser que pour être pompable le béton, considéré comme une matière globale soumise aux pressions habituellement observées dans les pompes, doit avoir un coefficient de frottement inappréciable. Un esprit non averti pourrait alors s'étonner qu'il fût nécessaire d'employer un moteur de 30 à 50 ch quand la canalisation est rectiligne et horizontale. La raison en est pourtant simple, elle est subtile, mais elle est essentielle : le béton se révèle toujours un matériau difficile à étudier par les lois classiques de la physique mathématique : il n'est ni un solide, ni un liquide. *En tant qu'ensemble (agrégat, ciment, eau et produits d'addition éventuels), s'il est pompable il a bien un coefficient de frottement inappréciable (pour les pressions habituelles de quelques kilogrammes par centimètre carré), mais il contient en suspension des grains solides pesants.*

Autrement dit, l'eau qui est le véhicule, la matière essentielle, glisse bien dans les tuyaux avec un coefficient de frottement évidemment nul (puisque c'est un liquide); mais elle doit entraîner les grains de l'agrégat, du ciment, etc., dont le poids agit sur la face inférieure de la canalisation.

L'interposition de l'eau ne diminue le frottement que dans la mesure où elle diminue le poids grâce à la poussée d'ARCHIMÈDE.

Nous avons donc affaire à une véritable symbiose entre l'eau d'une part et les grains solides de l'autre, qui ont des rôles distincts : l'eau se charge de transmettre seule aux parois la pression de quelques atmosphères qui existe dans la canalisation, et les grains solides se chargent de retenir cette eau dans leurs minuscules interstices.

On peut mesurer facilement sur le chantier le coefficient de frottement des matériaux solides : il suffit de les introduire à l'extrémité d'un des tuyaux utilisés, qu'on soulève jusqu'à ce qu'ils glissent (fig. 4). Le coefficient de frottement est :

$$f = \frac{BC}{AC}$$

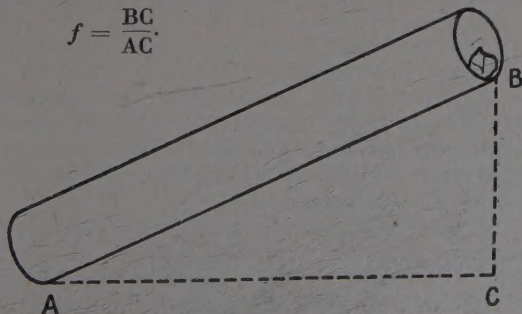


FIG. 4.

L'expérience peut se faire avec un tuyau rempli d'eau.

Les valeurs relatives des coefficients de frottement sont pour les essais relatés dans la première partie de ce mémoire de l'ordre de :

- 0,3 à 0,4 pour un agrégat roulé;
- 0,4 à 0,5 pour un agrégat concassé;
- 0,4 à 0,6 pour un ciment;
- 0,6 à 0,7 pour une chaux hydraulique et un kieselgur.

Leurs différences, dues aux aspérités des grains solides et de l'acier et aux très légères empreintes qui en résultent éventuellement expliquent pourquoi un agrégat concassé se pompe moins bien qu'un agrégat roulé et pourquoi un dosage excessif du ciment n'améliore pas forcément le pompage.

Ces coefficients ont été obtenus avec un acier qui n'était pas parfaitement poli, et qui correspondrait à peu près à des tuyaux neufs (non rodés) ou légèrement piqués ou mal nettoyés. Avec de l'acier poli comme celui des tuyaux en service on peut prendre environ la moitié des chiffres indiqués, et le coefficient de frottement peut être de l'ordre de 0,2. On sait d'ailleurs qu'avec une canalisation neuve la distance de transport doit être réduite.

Pour un béton bien homogène, il est facile de calculer la pression au départ (dans le corps de pompe) pour une canalisation rectiligne, cylindrique et horizontale. Si la portée est l la canalisation contient un poids de matériaux solides :

$$(\pi r^2 l) \times d \text{ (en tonnes si } r \text{ et } l \text{ sont exprimés en mètres);}$$

si d est la densité de l'ensemble solide (agrégat et ciment).

La poussée d'ARCHIMÈDE (en sens inverse de la pesanteur) de l'ensemble solide est $\frac{\pi r^2 l d}{\delta} (t)$, si δ est le poids spécifique moyen du « squelette » solide.

Les grains solides d'agrégat et de ciment appuient donc, par suite de la pesanteur, sur la paroi inférieure avec un poids de

$$\pi r^2 l d \frac{\delta - 1}{\delta} (t).$$

Si le coefficient de frottement moyen est f , l'effort minimum demandé au piston est finalement :

$$\pi r^2 l d \frac{\delta - 1}{\delta} f \text{ (tonnes)}$$

correspondant à une pression dans le corps de pompe de

$$P = \frac{1}{10} l d \frac{\delta - 1}{\delta} f \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

Pour les matériaux courants, on peut prendre pour d et δ les valeurs respectives suivantes :

$$\begin{aligned} d &= 2,2 \\ \delta &= 2,7 \end{aligned}$$

si les poids spécifiques de l'agrégat et du ciment sont respectivement 2,65 et 3,1.

D'où :

$$P = \frac{1}{10} l \times 2,2 \times \frac{1,7}{2,7} f$$

ou :

$$P \approx 0,14lf \quad (\text{kg/cm}^2 \text{ si } l \text{ est exprimé en mètres.})$$

Exemple : $\begin{cases} l = 300 \text{ m;} \\ f = 0,2 \text{ (tuyaux bien polis);} \\ P = 0,14 \times 300 \times 0,2 = 8,4 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$

On comprend qu'il soit nécessaire que le compresseur destiné à vider les tuyaux à la fin du travail grâce à la poussée d'un manchon spécial introduit au départ, soit assez puissant; certains compresseurs peuvent fournir de l'air comprimé allant jusqu'à 30 ou 35 kg/cm².

Pour un parcours rectiligne et horizontal, la pression minima au départ nécessaire pour réaliser la propulsion ne dépend que de l'état de surface des matériaux solides et de la canalisation. Aucun « lubrifiant » connu ne peut la diminuer. C'est pourquoi les tuyaux doivent être bien entretenus, et parfaitement lavés dès la fin du travail.

L'effort demandé à la pompe n'est que celui qu'il faudrait théoriquement exiger pour pousser le béton sur une aire plane en acier. Il est proportionnel à la longueur du tuyau, comme l'a montré une expérience récente en Angleterre, dont la figure 5 représente le résultat (1).

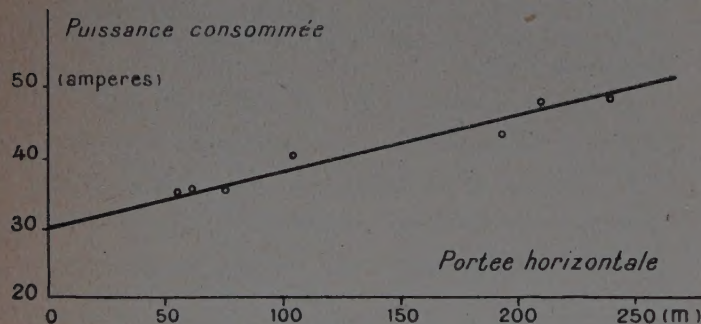


FIG. 5.

Les principales caractéristiques de la pompe et du béton utilisés sont les suivantes :

- Diamètres intérieurs $\begin{cases} 18 \text{ cm pour la pompe;} \\ 15 \text{ cm pour les tuyaux;} \end{cases}$
- Course du piston : 30 cm;
- Fréquence des propulsions : 40/mn;
- Slump du béton 10 cm.

Le frottement qui gêne la progression du béton n'est donc pas dû à l'existence d'un véritable coefficient de frottement du béton donnant une résistance proportionnelle à la pression, car dans ce cas la courbe obtenue ne serait pas une droite. Il est bien dû au frottement des grains solides pesants inclus dans l'eau du béton.

S'il n'y avait pas de pesanteur, ou si les grains solides avaient le même poids spécifique que l'eau, pour un parcours horizontal la pression à la pompe, et partant la puissance demandée au moteur, seraient minimales.

(1) Pumping concrete. Friction between concrete and pipe-line O. Dawson, Magazine of concrete research. décembre 1949.

1,15

V. — PORTÉES LIMITES

Si la canalisation est verticale le poids des grains solides ne s'exerce pas sur les parois qui ne subissent que la pression de l'eau. La pression au bas de la canalisation est donnée par le simple calcul du poids de la colonne de béton, de poids spécifique 2,4 environ :

$$P = 0,24h \quad (\text{en kg/cm}^2) \text{ (si } h \text{ est la hauteur de la colonne exprimée en mètres.)}$$

EXEMPLE : canalisation verticale de 30 m.

$$P = 0,24 \times 30 = 7,2 \text{ kg/cm}^2.$$

Si l'on fait abstraction du coude qui est inévitable dans le cas d'une canalisation verticale pour les pompes habituelles, il est facile de calculer le rapport des portées limites verticale et horizontale. En effet, nous avons vu (1,14) que pour une canalisation horizontale sa pression au départ est $P = 0,14lf$.

Le rapport des portées limites verticale et horizontale s'obtient en égalant les pressions au départ dans les deux cas :

$$0,14lf = 0,24H.$$

D'où :

$$\frac{H}{L} = 0,58f.$$

EXEMPLE : 1° $f = 0,2$ (tuyaux bien polis) :

$$\frac{H}{L} = 0,12.$$

2° $f = 0,4$ (tuyaux non rodés)

$$\frac{H}{L} = 0,23.$$

Les chiffres habituellement adoptés sont effectivement de l'ordre de 0,1 à 0,2 (on a souvent pris empiriquement $\frac{H}{L} = \frac{1}{8} = 0,125$).

1,16

VI. — COUDES

La pompe a quelquefois un alésage différent du diamètre intérieur de la canalisation. On est alors obligé de placer au départ un raccord conique d'angle au sommet très faible; mais une fois dans la canalisation le boudin de béton ne doit plus guère changer de forme que dans les coudes. Ceux-ci donnent généralement à la canalisation des angles de 150, 135 ou 90°.

De plus les joints de caoutchouc des raccords de tuyaux permettent de très petits angles même en l'absence de coudes spéciaux.

Dans ces coudes, le béton doit se déformer et il en résulte une légère pression des agrégats sur les parois. Cette pression doit être faible pour limiter le danger de croissance exponentielle le long de la canalisation (1,13). Il faut donc :

1° Que le béton soit plastique, c'est-à-dire qu'il se déforme facilement, ce qui impose :

- a) Un dosage de l'eau suffisant (cf. 1,21);
- b) Une grosseur d'agrégat limitée (cf. 1,22).

2° Que le béton soit particulièrement homogène. C'est pourquoi il est recommandé de ne pas mettre de coude dès le départ, sur une dizaine de mètres. On conçoit en effet que dans les premiers mètres l'eau puisse se répartir longitudinalement dans une certaine mesure (1,12) (puisque'elle est à une pression relativement élevée), et qu'elle puisse pallier ainsi de légers défauts d'homogénéité.

3° Que la courbure des coudes soit progressive. Si le coude est circulaire, le béton doit se déformer brutalement au départ et à l'arrivée. Il peut en résulter un gradient de pression élevé dans ces deux zones. Il conviendrait au contraire que la variation du rayon de courbure fût lente. On pourrait en fixer une équation différentielle moyennant certaines hypothèses sur la déformation du béton. Pratiquement on peut par exemple lui donner la forme d'une hyperbole au voisinage de son sommet, ou bien la forme de deux développantes de cercles. La figure 6 représente le tracé de l'axe d'un coude A_1SA_2 considéré comme l'ensemble de deux développantes des arcs de cercles ωI_1 et ωI_2 , ayant pour centres respectifs O_1 et O_2 (la développante SA_1 est le lieu géométrique engendré par le point S attaché à une règle $S\omega$ tournant sans glisser sur le cercle ωI_1). Les rayons de courbure en A_1 , S et A_2 sont respectivement par exemple : $A_1I_1 = 5$ m, $S\omega = 1,50$ m et $A_2I_2 = 5$ m. Le béton se déforme lentement dans le coude A_1SA_2 . Avec un coude circulaire ayant mêmes extrémités A_1MA_2 le béton passerait brusquement des parties rectilignes P_1A_1 et P_2A_2 dans un coude de rayon $CA_1 = 3$ m qui serait plus dangereux que le coude progressif ayant pour rayons extrêmes 5 m.

Dans les tuyaux droits, le frottement interne du béton n'intervient pas, à condition qu'ils soient parfaitement cylindriques.

Pour les grandes portées et dans le cas d'arrêt momentané de la pompe, le béton peut rester assez longtemps dans la canalisation (1). Si le ciment présente une fausse prise il peut en résulter une augmentation du

(1) Exemple : Course : 30 cm;
Fréquence : 40/mn;
Portée : 300 m.

Durée minima du parcours : $\frac{300}{0,30 \times 40} = 25$ mn.

frottement interne qui peut gêner la progression dans les cordes, cela ne peut être dangereux qu'aux limites d'utilisation. Ce phénomène est beaucoup moins grave que le frottement sur l'acier des tuyaux qui provoque les véritables « bouchons ».

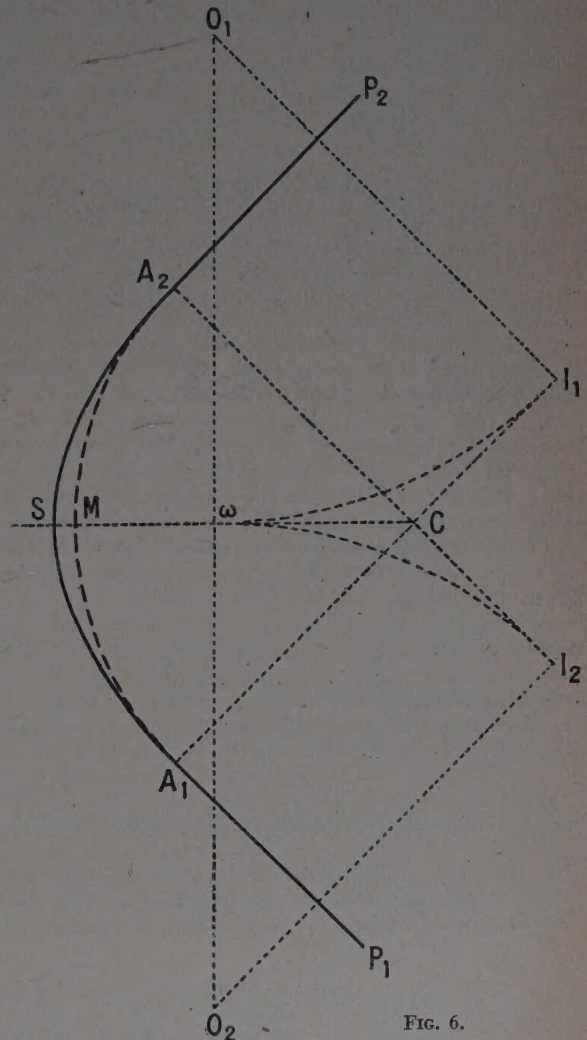


FIG. 6.

CHAPITRE II

EMPLOI DE LA POMPE A BÉTON

1,21 I. — CONSISTANCE DU BÉTON

Nous avons vu (1,12) que le dosage de l'eau du béton à admettre dans la pompe doit être supérieur au dosage critique pour lequel tous les vides de l'ensemble solide (agrégat et ciment) sont remplis, c'est-à-dire pour lequel l'eau seule exerce la pression de quelques atmosphères sur les parois de la canalisation, les grains solides (agrégat et ciment) n'exerçant que la pression due à leur poids.

On conçoit que dans ces conditions l'eau ne demande qu'à s'échapper, en amont par les petites fuites acci-

dentelles de la pompe, et en aval où elle a toute liberté de désert. Il est donc nécessaire que le béton ait un pouvoir de rétention d'eau suffisant pour empêcher ou tout au moins limiter la ségrégation. Ce pouvoir ne peut lui être conféré que par des éléments fins : sable, kieselgur (ou produits d'addition ultra-fins analogues) et ciment.

C'est pourquoi le kieselgur, la chaux, le ciment, bien qu'ils aient de forts coefficients de frottement, d'autant plus forts qu'ils sont plus fins, ont le pouvoir de « graisser » le béton. Le rôle de ces éléments fins est voisin de celui d'un lubrifiant mécanique qui s'interpose entre deux surfaces métalliques rugueuses (au moins

à l'échelle microscopique) afin que la pression ne soit pas transmise de l'une à l'autre directement, mais *par l'intermédiaire d'un film plastique*. Le lubrifiant est porté à une pression élevée, mais n'a pas le temps de s'échapper à cause de sa viscosité. (C'est pourquoi des paliers usés exigent de l'huile plus épaisse que des paliers neufs.) Mais dans une machine ou un moteur, l'huile est constamment renouvelée grâce à une circulation forcée sous pression. Il n'en est pas exactement de même dans la pompe où le béton doit rester sensiblement identique à lui-même pendant tout le parcours.

Le rôle de lubrifiant des éléments fins est d'autant plus considérable que leur finesse est plus grande et qu'ils exigent plus d'eau de mouillage, soit environ 25 à 30 % (en poids) pour le ciment, 40 % pour la chaux hydraulique, 150 à 200 % pour le kieselgur.

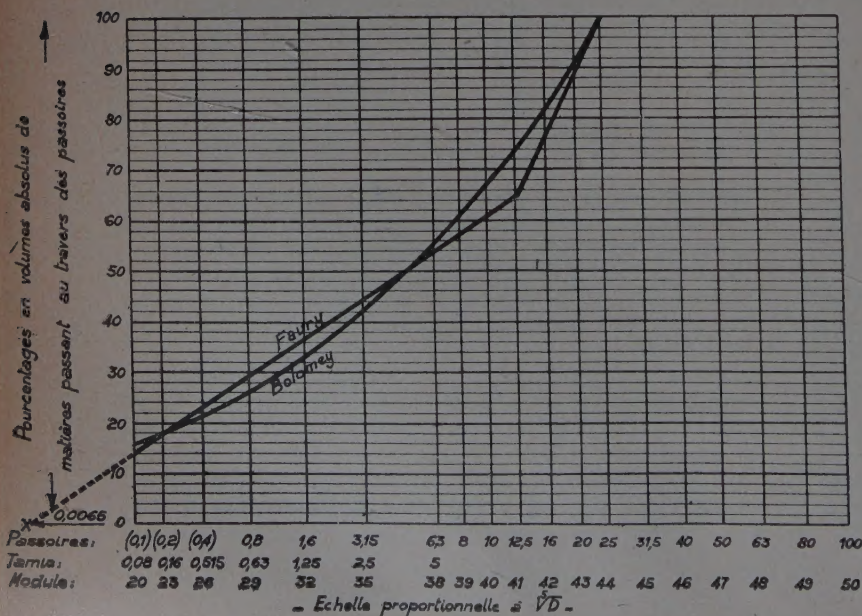
Pratiquement, pour qu'un béton soit pompable, on peut dire qu'il faut qu'il remplisse parfaitement le moule du slump test (tronc de cône de 20 cm de diamètre inférieur, 10 cm de diamètre supérieur, et 30 cm de hauteur) avec un léger piquage, et qu'il donne après le démoulage un affaissement de 5 à 10 cm environ sans ségrégation. Cet affaissement correspond à la consistance optima pour la moindre fatigue de la pompe, aux portées maxima, mais on peut pomper dans certains cas des bétons donnant un affaissement de 3 cm (bétons pâteux) ou un affaissement supérieur à 10 cm (bétons très fluides).

On a coutume de dire que le béton pompé doit être riche en éléments fins, ce qui conduit à un mouillage assez important; mais il est plus exact de dire que le béton pompé exige un mouillage suffisant, ce qui ne peut être obtenu sans ségrégation que s'il est bien gradué et riche en éléments fins.

1,22 II. — GRANULOMÉTRIE ET HOMOGÉNÉITÉ

Le problème de la granulométrie optima du béton pompé est un problème de compacité qui relève des méthodes granulométriques habituelles, à condition de

FIG. 7.



tenir compte de l'effet de paroi des tuyaux considérés comme un coffrage dont le « rayon moyen » est :

$$\rho = \frac{\text{volume}}{\text{surface}} = \frac{\pi r^2 l}{2\pi r l} = \frac{r}{2}$$

Par exemple pour une canalisation de 18 cm de diamètre,

$$\rho = 4,5 \text{ cm.}$$

La méthode de M. FAURY pose en principe que la dimension de l'agrégat ne doit pas dépasser $1,4\rho$ pour un agrégat roulé et $1,2\rho$ pour un agrégat concassé, si l'on veut avoir un bon remplissage, soit :

0,7r pour un agrégat roulé (35 % du diamètre);

et :

0,6r pour un agrégat concassé (30 % du diamètre).

Ainsi se justifie la dimension maxima admise habituellement pour l'agrégat comme le tiers du diamètre intérieur de la canalisation. Mais en augmentant le dosage des éléments fins (sable et ciment) on peut pomper du béton dont la dimension maximum de l'agrégat atteint la moitié du diamètre intérieur.

On peut dire que pour parer à toute éventualité et pour pallier l'hétérogénéité toujours à craindre malgré les précautions prises, si la courbe granulométrique de référence correspondant au maximum de compacité du béton dans les tuyaux est une courbe (C), la courbe optima du béton pompé est une courbe (C') légèrement au-dessus de la courbe (C) dans la région des éléments fins. En particulier le dosage du ciment et des éléments inertes inférieurs à 0,2 mm doit être suffisant pour que la courbe granulométrique adoptée ne soit pas au-dessous de la courbe de référence (C) pour l'abscisse 0,2 mm. Les bétons trop maigres ne sont pas pompables.

Par exemple la figure 7 représente les courbes de référence optima d'un béton de gravillons roulés (de dimension maximum 25 mm) de consistance fluide, selon les méthodes BOLOMEY et FAURY. On voit que l'ordonnée de ces courbes pour l'abscisse 0,2 mm est 18 %.

Or le dosage de l'eau de gâchage selon la méthode de M. FAURY est voisin de $\frac{370}{\sqrt[3]{25}} = 195 \text{ l/m}^3$. On en déduit facilement le dosage minimum du ciment, si l'agrégat ne contient pas de grains inférieurs à 0,2 mm :

$$0,18 \times 805 \times 3,1 = 450 \text{ kg/m}^3.$$

On voit que ce dosage minimum est assez élevé. Mais comme l'agrégat contient généralement un peu de farine, on peut admettre comme dosages minimum :

350 kg/m³ pour un béton dont les agrégats ont pour dimension maximum 25 mm;

300 kg/m³ pour un béton dont les agrégats ont pour dimension maximum 50 mm.

La première gâchée introduite dans la pompe doit être particulièrement soignée, homogène, très mouillée, donc très riche en éléments fins; pratiquement on est conduit à adopter un

mortier fluide dont le rôle est surtout de mouiller les parois pour éviter que la première partie du boudin de béton touchant constamment des parois sèches ne finisse par perdre trop d'eau et par se trouver au-dessous du « dosage critique ».

Mais ces dosages minimums, et plus généralement la courbe granulométrique minimum, doivent être respectés dans toutes les sections de la canalisation. C'est pourquoi l'homogénéité doit être rigoureusement contrôlée. C'est une condition essentielle de la bonne marche de la pompe.

La trémie d'alimentation permet dans une certaine mesure de pallier les défauts d'homogénéité, dus en particulier aux « queues de gâchée » qui sont quelquefois sous-dosées; mais il faut que le niveau supérieur du béton y soit constamment maintenu au moins à la moitié du volume pour que le mélange y ait quelque efficacité.

C'est surtout le malaxage qu'il est nécessaire de soigner particulièrement, grâce au choix d'une bonne bétonnière, à un mode de chargement judicieux et à une durée de malaxage optimum (1).

L'ordre de préférence des bétonnières quant à l'homogénéité est en gros le suivant : malaxeurs à axe vertical, bétonnières à axe horizontal, bétonnières à axe incliné. Mais c'est l'ordre inverse de leur rendement, à poids égal de matériel.

L'ordre de chargement optimum est le suivant : eau, ciment et sable, et enfin gros agrégat. Il doit être d'autant mieux respecté que la bétonnière est moins bonne.

Les durées minima de malaxage exprimées en nombres de tours du tambour sont à peu près les suivantes :

| | |
|--------------------------------|----------|
| Malaxeur à axe vertical..... | 10 tours |
| Bétonnière à axe horizontal... | 20 tours |
| Bétonnière à axe incliné..... | 30 tours |

La durée totale du malaxage ne doit pas dépasser trois fois la durée minimum.

La bétonnière se vide généralement directement dans la trémie d'alimentation. Mais si pour des raisons d'espace libre insuffisant (galerie) on ne peut réaliser cette condition, il est de la plus grande importance d'éviter toute ségrégation au cours du transport.

1,23

III. — KIESELGUR

On attribue souvent au kieselgur, ou aux produits d'addition analogues, des propriétés magiques dont l'essentiel est pourtant simple. Son rôle dans le béton pompé est de retenir une grande quantité d'eau et d'éviter ainsi sa ségrégation.

La proportion généralement employée est de 3 % du poids de ciment. Pour un béton dosé à 350 kg par exemple, il faut donc incorporer 10,5 kg de kieselgur par mètre cube. On peut ainsi augmenter le dosage de l'eau d'environ $10,5 \times 2 = 21$ l sans ségrégation supplémentaire. Ces 10,5 kg de kieselgur équivalent donc à 70 ou 80 kg de ciment au point de vue de la rétention d'eau.

(1) Voir « L'homogénéité du béton et les bétonnières », par Albert JOISEL, *Annales de l'Institut Technique*, n° 69, mars-avril 1949.

1,24

IV. — AIR OCCLUS

L'air occlus doit être employé avec prudence pour le béton pompé sous peine de déboires qui passent pour inexplicables. Pour l'utiliser judicieusement il convient de bien comprendre son rôle : on peut dire schématiquement qu'un béton est d'autant plus plastique qu'il contient davantage de fluide, mais d'autre part il a un pouvoir de rétention d'eau limité au cours de sa mise en œuvre, par exemple à 200 l/m³ de béton.

L'occlusion d'air a pour effet d'ajouter environ 4 % d'air. Et tout en conservant la même consistance on peut enlever environ 20 l d'eau. Les 200 l d'eau sont donc finalement remplacés par 180 l d'eau et 40 l d'air (qui confèrent au béton la même consistance); le risque de ségrégation de l'eau dont le dosage est réduit de 10 % est naturellement diminué; mais on a remplacé l'eau par un fluide compressible.

Au départ, dans la partie essentielle de la canalisation, les 40 l d'air sont réduits, conformément à la loi de MARIOTTE à :

| |
|---|
| 8 l si la pression totale Π est de 5 kg/cm ² ; |
| 5 l si la pression totale est de 8 kg/cm ² ; |
| 2 l si la pression totale monte à 20 kg/cm ² . |

De toutes façons, l'ensemble du fluide comprimé a un volume inférieur au volume de l'eau de gâchage d'un béton non aéré de même consistance initiale. Or pour le « dosage critique » que nous avons mis en évidence (1,12) et qui est en liaison avec les vides du squelette solide du béton, c'est le volume de l'ensemble du fluide qui compte. Il faut donc que le dosage de l'eau seule (l'air étant comprimé et pouvant être réduit à presque rien) soit supérieur au dosage critique. Au total, il est donc nécessaire, si l'on a décidé d'employer un entraîneur d'air, de s'assurer :

1° Que dans cet état le béton ne se ségre pas;

2° Qu'avec le même mouillage, mais sans air occlus, c'est-à-dire tel qu'il sera pratiquement au départ de la canalisation quand il sera fortement comprimé, il présente bien la consistance requise (slump test de 5 à 10 cm).

1,25

V. — POROSITÉ DE L'AGRÉGAT

Si la loi de MARIOTTE s'applique à l'air occlus, elle s'applique aussi à l'air inclus dans l'agrégat, dont la porosité atteint couramment 2 ou 3 % et dans certains cas peut être bien supérieure. Si cet agrégat est initialement sec, le malaxage, en mouillant extérieurement les grains, n'élimine pas pour autant la majeure partie de l'air contenu à l'intérieur. Quand le béton pénètre dans la pompe, l'air soumis à une pression de n atmosphères voit son volume initial v réduit progressivement à n et se trouve remplacé partiellement par l'eau de gâchage. Tout se passe donc comme si le dosage de cette eau était réduit. Comme 1 m³ de béton contient environ 700 l d'agrégat en volume absolu, la réduction apparente de l'eau de gâchage peut atteindre environ 14 l pour une porosité de 2 %, 21 l pour une porosité de 3 %, etc. On conçoit donc que certains agrégats soient difficiles à utiliser dans les pompes et exigent d'être préalablement imbibés.

1,26

VI. — DÉBIT

1,261 Quand on connaît l'alésage de la pompe $2R$, sa course c , et sa fréquence n , on peut facilement calculer le débit théorique correspondant : $\pi R^2 cn$.

Ce calcul suppose que :

1° La trémie d'alimentation n'est jamais vide, et le béton remplit complètement l'espace qui lui est offert dans le corps de pompe au recul du piston;

2° Le piston est parfaitement étanche;

3° Les vannes s'ouvrent et se ferment instantanément quand le piston arrive aux extrémités de sa course.

Nous supposons les deux premières conditions remplies et nous examinerons la dernière. Même pour une canalisation horizontale, nous allons montrer que la vanne de refoulement est indispensable pour éviter le reflux du béton dû à la déformation élastique de la canalisation et à la compressibilité des matériaux. Pour cela, nous étudierons l'influence de ces deux phénomènes au cas où la vanne n'existerait pas.

1,262 A. Déformation de la canalisation.

Soient : P la pression au départ (kg/cm^2);
 p la pression dans une section quelconque (kg/cm^2);
 l la longueur du tuyau (cm);
 $2R$ l'alésage du corps de pompe (cm);
 $2r$ le diamètre intérieur des tuyaux (cm);
 e l'épaisseur des tuyaux (cm);
 c la course du piston (cm);
 n la fréquence du piston (par mn);
 E le module d'élasticité de l'acier (kg/cm^2)

$$\approx 2,05 \times 10^6.$$

Le mouvement du piston étant relativement lent nous négligerons l'inertie du béton.

L'effort longitudinal exercé sur le tuyau est $p\pi r^2$ (kg).

La contrainte longitudinale de l'acier est donc :

$$\frac{p\pi r^2}{2\pi r e} = \frac{pr}{2e} \quad (\text{kg/cm}^2).$$

Si nous imaginons le tuyau coupé par deux sections droites distantes de l cm (fig. 8), on voit que l'effort

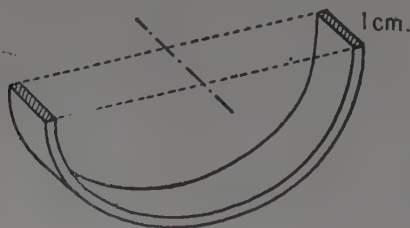


FIG. 8.

transversal sur les deux sections du tuyau situées dans un plan diamétral (hachurées sur la figure) est $p \times 2r$.

La contrainte transversale dans l'acier est donc :

$$\frac{2pr}{2e} = \frac{pr}{e} \quad (\text{kg/cm}^2).$$

1,2621

1° REFOULEMENT.

a) Quand la pression atteint P au départ, un élément de tuyau de longueur dx s'allonge d'une longueur Δdx telle que :

$$\frac{\Delta dx}{dx} = \frac{pr}{2eE} \quad (\text{loi de Hooke}).$$

L'allongement total est $\Sigma \Delta dx = \Sigma \frac{pr}{2eE} dx$.

Or $p = P \frac{x}{l}$ si l'abscisse x de la section est comptée à partir de l'extrémité aval de la canalisation (cf. 1,14).

$$\Delta l = \Sigma \Delta dx = \int_0^l \frac{Pxr}{2eEl} dx = \frac{Pr l}{4eE}.$$

(Tout se passe comme si la pression était $\frac{P}{2}$ tout le long de la canalisation : $\frac{\Delta l}{l} = \frac{\frac{P}{2} r}{2eE} = \frac{Pr}{4eE}$.)

b) On verrait de même que transversalement tout se passe comme si les dimensions de la canalisation étaient augmentées dans la proportion $\frac{Pr}{2eE}$ (dans les deux directions du plan).

Au total, le volume de la canalisation est augmenté dans la proportion de :

$$\Delta_a = \frac{Pr}{4eE} + \frac{Pr}{2eE} + \frac{Pr}{2eE} = \frac{5Pr}{4eE}.$$

1,2622

2° RETOUR DU PISTON.

La pression au départ de la canalisation redevient nulle comme à l'arrivée (pression atmosphérique d'après nos conventions) et le béton a tendance à refluer, mais il n'en est pas de même tout le long du parcours. Le gradient de pression, qui ne dépend que d'un état d'équilibre tenant compte du poids des matériaux solides, reste le même dans les deux sens. La pression est donc maximum au milieu de la canalisation et elle est égale à $\frac{P}{2}$. Elle décroît linéairement vers l'amont et vers l'aval (fig. 9).

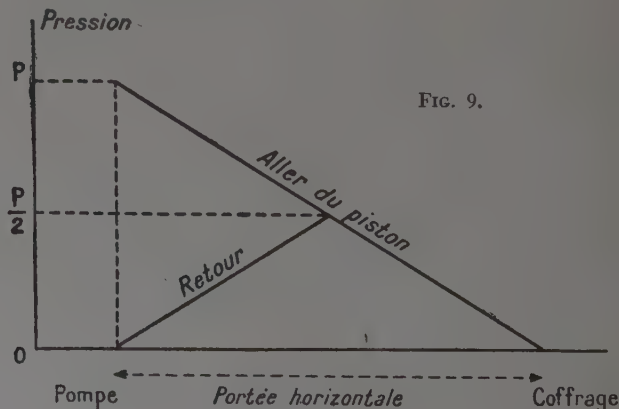


FIG. 9.

Tout se passe donc pour l'augmentation de volume comme si la pression était $P/4$ dans toute la canalisation, et il suffit pour avoir l'augmentation du volume de remplacer dans la formule précédente $P/2$ par $P/4$.

D'où :

$$\Delta_r = \frac{5Pr}{8eE}$$

1,2623 La variation d'augmentation du volume de la canalisation due à l'élasticité des tuyaux est finalement :

$$\Delta = \frac{5Pr}{4eE} - \frac{5Pr}{8eE}$$

$$\Delta = \frac{5Pr}{8eE}$$

Cette variation de volume conditionnerait une diminution de débit s'il n'y avait pas de vanne de refoulement.

EXEMPLE : $P = 8 \text{ kg/cm}^2$;
 $l = 30\,000 \text{ cm}$;
 $R = r = 10 \text{ cm}$;
 $e = 0.6 \text{ cm}$;
 $c = 30 \text{ cm}$;
 $n = 40 \text{ coups/mm}$;
 $E = 2\,050\,000 \text{ kg/cm}^2$.

Volume de béton poussé théoriquement à chaque coup de piston : $\pi R^2 c = 9\,430 \text{ cm}^3$.

Variation de volume de la canalisation (proportion) :

$$\Delta = \frac{5 \times 8 \times 10}{8 \times 0.6 \times 2\,050\,000} = 4.06 \times 10^{-5}$$

Volume du béton dans la canalisation :

$$\pi r^2 l = \pi \times 100 \times 30\,000 = 9\,430\,000 \text{ cm}^3$$

Variation de volume de la canalisation

$$9\,430\,000 \times 4.06 \times 10^{-5} = 380 \text{ cm}^3$$

Réduction de débit : $\frac{380}{9\,430} = 4 \%$.

Variation de longueur de la canalisation (proportion) :

$$\frac{Pr}{4eE} = \frac{8 \times 10}{4 \times 0.6 \times 2\,050\,000} = 1.63 \times 10^{-5}$$

Soit 0,016 mm/m.

Variation de longueur de la canalisation de 300 m :

$$0.016 \times 300 = 5 \text{ mm}$$

On voit donc que la déformation élastique de la canalisation n'a pas d'effet sensible sur sa disposition et qu'elle aurait peu d'effet sur le débit en marche normale s'il n'y avait pas de vanne de refoulement. Même si la pression au départ montait à 30 kg/cm^2 , le débit théorique ne serait réduit que de 15 %.

1,263 B. Compressibilité du béton.

La compressibilité des matériaux solides et de l'eau est évidemment négligeable devant celle de l'air inclus volontairement ou accidentellement dans le béton. C'est pourquoi nous n'étudierons que celle-ci.

Soit a la proportion d'air incluse dans le béton quand il pénètre dans la pompe. La quantité totale d'air dans la canalisation est $\pi r^2 l \times a$.

D'après la répartition des pressions que nous avons calculée précédemment à l'aller et au retour du piston, l'air inclus dans le béton occupe les volumes suivants :

A l'aller :

$$\frac{\pi r^2 l a}{\frac{\Pi}{2}} = \frac{2\pi r^2 l a}{P+1} \text{ (cm}^3\text{)}$$

Et au retour :

$$\frac{\pi r^2 l a}{\frac{\Pi}{4}} = \frac{4\pi r^2 l a}{P+1} \text{ (cm}^3\text{)}$$

La variation de volume entre l'aller et le retour est :

$$\Delta' = \frac{4\pi r^2 l a}{P+1} - \frac{2\pi r^2 l a}{P+1} = \frac{2\pi r^2 l a}{P+1} \text{ (cm}^3\text{)}$$

EXEMPLE : mêmes conditions que dans l'exemple précédent, air occlus à 4 % : $a = 0.04$.

$$\Delta' = \frac{2\pi \times 100 \times 30\,000 \times 0.04}{9} = 84\,000 \text{ cm}^3$$

Or nous avons vu que le volume de béton poussé théoriquement à chaque coup de piston n'est que de $9\,430 \text{ cm}^3$ (1,2623). Le débit serait donc nul dans ce cas, s'il n'y avait pas de vanne entre le piston et la canalisation : le béton refluerait à chaque retour du piston. Il suffirait d'ailleurs qu'il contînt une infime proportion d'air pour que sa compressibilité se fit sentir. Il reflue donc toujours contre la vanne de la pompe dès que le piston commence à reculer : le béton remplit donc toujours complètement la canalisation, contrairement à certaines assertions.

Mais comme le fonctionnement des vannes n'est pas instantané, et que leur herméticité n'est jamais parfaite à cause de leur usure assez rapide, on constate que le débit réel est de l'ordre de 80 ou 90 % du débit théorique.

La compressibilité de l'air, dont une petite proportion est toujours incluse dans le béton, facilite la continuité de la progression : les saccades, qu'on observe à la sortie s'amortissent quand la portée augmente. L'influence de l'inertie du béton en est d'autant diminuée.

1,27

VII. — TUYAUX

Nous avons vu que les contraintes dans l'acier des tuyaux sont les suivantes :

$$\text{Contrainte longitudinale } \frac{Pr}{2e}$$

$$\text{Contrainte transversale } \frac{Pr}{e}$$

Il faut donc que la limite élastique de l'acier soit supérieure à $\frac{Pr}{e}$ ou pour plus de sécurité que cette

limite soit supérieure à $\frac{2Pr}{e}$.

EXEMPLE : $\left\{ \begin{array}{l} \text{limite élastique } 3\,000 \text{ kg/cm}^2; \\ r = 10 \text{ cm}; \\ P \text{ maximum} = 30 \text{ kg/cm}^2; \end{array} \right.$

$$e > \frac{2 \times 30 \times 10}{3\,000} = 0.2 \text{ cm}$$

En réalité les tuyaux sont beaucoup plus épais (5 à 6 mm) pour tenir compte de leur usure et des déformations qu'ils pourraient subir au cours des transports.

1.23

VIII. — MOTEUR

Soient :

2R l'alésage de la pompe (cm);
P la pression au départ (kg/cm²);
c la course du piston (cm);
n la fréquence (par mn).

L'effort que doit fournir le piston est $\pi R^2 P$ (kg/cm²).

Le travail fourni par seconde : $\pi R^2 P \times \frac{c}{100} \times \frac{n}{60}$ (kgm).

La puissance consommée est donc $Q = \frac{\pi R^2 P c n}{6\,000 \times 75}$ (ch).

EXEMPLE : $\begin{cases} R = 10 \text{ cm}; \\ P_{\text{maximum}} = 30 \text{ kg/cm}^2; \\ c = 30 \text{ cm}; \\ n = 40. \end{cases}$

$$Q = \frac{\pi \times 100 \times 30 \times 30 \times 40}{6\,000 \times 75} = 25 \text{ ch.}$$

On sait qu'on prend habituellement pour des machines analogues un moteur dont la puissance est le double de la puissance maximum consommée, soit 50 ch.

1.29 IX. — APPAREILS PNEUMATIQUES

La pompe est remplacée par un réservoir de chasse ayant la forme d'un entonnoir, qu'on remplit de béton. On ferme ensuite hermétiquement le clapet de chargement et l'on pousse le béton avec de l'air comprimé

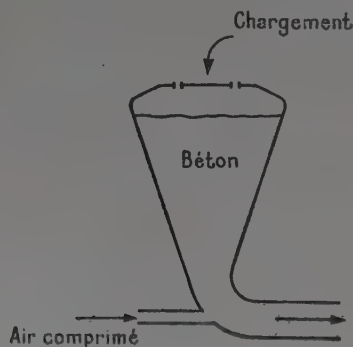


FIG. 10.

introduit à la partie inférieure (fig. 10). Cet air se mélange au béton et augmente ainsi le dosage du fluide (eau et air). On peut donc propulser des bétons secs qui ne passeraient pas dans une pompe : il suffit que le dosage du fluide soit supérieur au « dosage critique ». Moyennant cette conception, tout ce qui a été exposé précédemment (1,12 à 1,16; 1,21 à 1,25 et 1,27) peut être appliqué à ces appareils. La vitesse de propulsion peut atteindre plusieurs mètres par seconde.

Soient :

2r le diamètre intérieur de la canalisation;
f le coefficient de frottement du béton sur les tuyaux.

Une gâchée de volume V occupe une longueur de tuyau au moins égale à $l = \frac{V}{\pi r^2}$.

EXEMPLE $\begin{cases} V = 0,25 \text{ m}^3; \\ r = 0,10 \text{ m}; \end{cases}$

$$l = \frac{0,25}{0,01\pi} = 8 \text{ m.}$$

Pour que la progression puisse s'effectuer, il faut que l'air comprimé soit à une pression supérieure aux valeurs suivantes :

Parcours horizontal : $P = 0,24f$ (cf. 2,14)
— vertical : $P' = 0,24h$ (cf. 2,15)

(La poussée d'ARCHIMÈDE peut être négligée puisque le fluide est constitué partiellement par l'air.)

Pour une gâchée, on a $l = h = \frac{V}{\pi r^2}$.

Le rapport des pressions est donc : $\frac{P'}{P} = \frac{1}{f}$.

Ce rapport est toujours supérieur à 1 : pour $f = 0,2$ $\frac{P'}{P} = 5$. On comprend donc que les appareils pneumatiques soient plutôt utilisés pour les parcours horizontaux : l'air comprimé à 5 kg/cm² est alors suffisant.

L'appareil ne présente pas comme les pompes l'inconvénient de l'usure rapide des organes mécaniques en contact avec le béton (vannes, piston). De plus, en cas de « bouchon » la quantité de béton à vider est beaucoup plus faible. Par contre la consommation d'énergie est supérieure, pour le même débit horaire, surtout aux grandes distances.

CONCLUSION

Pour qu'un béton soit pompable, il faut que sa plasticité (slump de 5 à 10 cm) puisse être acquise sans ségrégation de l'eau en tous les points de la canalisation. Cette plasticité correspond à un dosage de l'eau un peu supérieur au « dosage critique ». Au-dessous de ce dosage les vides du « squelette » solide ne sont plus entièrement remplis par l'eau, la pression du béton nécessaire à la propulsion s'exerçant alors sur les parois d'acier par les grains solides seuls. Il en résulte un frottement considérable qui bloque la pompe.

Mais si la pression n'est transmise à l'acier que par l'eau, le fluide sous pression tend à se dérober à travers le « squelette ». Il importe donc qu'elle soit retenue grâce à une proportion suffisante d'éléments fins (inertes ou actifs) dont les minuscules interstices ralentissent son mouvement, et grâce à une herméticité suffisante des vannes de la pompe.

Dans ces conditions l'effort demandé à la pompe pour un parcours donné ne dépend que du poids des matériaux et du polissage intérieur des tuyaux.

DISCUSSION

M. RANDON. — Après cette conférence si dense et si complète, il ne nous reste plus qu'à remercier notre distingué conférencier M. JOISEL, et à tirer profit de ses conclusions.

Il est difficile d'imaginer le travail considérable qu'ont exigé ses recherches et le grand nombre d'expériences souvent fastidieuses qu'elles ont provoquées. Les membres des Commissions du Laboratoire en ont été les témoins et s'inclinent devant le mérite de M. JOISEL.

Nous retenons de son exposé les points suivants :

Pour les *concasseurs à pression* ⁽¹⁾ nous avons noté particulièrement que la course relative ne pouvait dépasser la valeur de 30 %, sans provoquer une augmentation exagérée des éléments fins. Nous avons retenu aussi que les surfaces broyantes pouvaient comporter indifféremment des mâchoires plates ou des mâchoires dentées. Ce résultat, reconnaissons-le, était loin d'être évident, *a priori*.

Quant aux *bétonnières* ⁽²⁾, l'étude particulièrement serrée de la question a mené le conférencier à des conclusions satisfaisantes pour tous les praticiens du béton, car elles confirment un certain nombre d'expériences personnelles.

Nous avons noté avec intérêt que l'angle d'inclinaison sur l'horizontale de l'axe des bétonnières à mélange libre ne devait pas de préférence dépasser 20 ou 30°, et qu'un bon mélange s'obtenait au bout de 30 ou 40 tours, soit environ après 2 mn de malaxage pour une bétonnière usuelle de chantier.

Les considérations développées ensuite sur le mode de chargement optimum des bétonnières sont pleines d'intérêt, car dans certains chantiers, les agrégats, les liants et même l'eau sont amenés dans la bétonnière dans un ordre un peu trop quelconque.

Il était bon d'indiquer qu'il faut charger les matériaux suivant l'ordre de leur grosseur croissante : eau, ciment, sable, cailloux.

Les *pompes à béton* sont des engins relativement peu utilisés en France, puisque, m'a-t-on assuré, la France et l'Union Française n'en disposeraient que de 100 ou 200. Cela vient de ce que l'emploi de tels engins nécessite des frais d'installation considérables, ne se justifiant que pour des chantiers spéciaux ou très importants, barrages et souterrains notamment.

Par ailleurs, l'emploi de ce matériel a occasionné bien des déboires; c'est pourquoi les études de M. JOISEL sont particulièrement intéressantes, en ce qu'elles expliquent l'origine des principaux arrêts de fonctionnement des pompes à béton, qui sont tellement préjudiciables aux intérêts de l'entreprise.

Elles démontrent aussi que, dans l'état actuel de la technique, il ne faut pas compter sur le pompage de béton sec et qu'il ne sortira des tuyauteries de ce matériel que du béton assez liquide.

Il n'en reste pas moins que ce matériel convient parfaitement à certains travaux, et dans l'avenir, les perfectionne-

ments qui lui seront apportés permettront sans doute de l'utiliser plus largement sur de nombreux chantiers.

Je demande maintenant si certains d'entre vous, Messieurs, ont des questions à poser. Notre Conférencier se fera certainement un plaisir d'y répondre.

M. LONDAIS. — Le travail du conférencier sur les pompes à béton est très bien, surtout pour quelqu'un qui ne pratique pas les pompes à béton depuis fort longtemps. Mais je ne suis pas entièrement d'accord sur un détail concernant le transport du béton lui-même dans la canalisation. Il y a en effet une petite différence entre ce que j'ai vu en vingt années d'expérience et ce que le conférencier a trouvé aux Laboratoires. Voici à mon avis, ce qui se passe dans le tuyau des pompes à béton.

Les pompes étant alternatives, quand la pompe pousse le béton, celui-ci remplit la canalisation et le piston donne son action. Au moment où le piston se retire il peut se produire un léger toit. Suivant les sortes de béton ce toit se produit ou ne se produit pas.

Si vous avez un béton qui soit de « la soupe » ce qui ne doit pas se faire, ce toit est énorme (fig. 11). Si vous manutentionnez un béton très bien fait ayant la consistance de la pâte dentifrice (fig. 12) (et je reprends ici l'exemple du conférencier dont je ne me sers que depuis 5 ou 6 ans, « celui de la pâte dentifrice »), il n'y a pas de toit et vous pouvez le faire sortir droit du tuyau. Il est cependant préférable qu'il sorte courbé (fig. 13) sa plasticité étant intéressante.

Un type de béton qui, lui, ne peut être transporté est celui qui se trouverait composé avec des cubes provenant d'un jeu d'enfant, c'est-à-dire un mélange de cailloux 800 l et sable 400 l.

Ces différents types de béton réagissent dans le tube d'une manière différente : l'un avec un toit, l'autre sans toit passent et les bétons de pierre ne passent pas.

Lorsque le bon béton, figure 14 (celui qui n'a pas de toit) est poussé par la pompe, il se forme un film de laitance qui se trouve en contact avec la paroi et qui doit être réduit en épaisseur au minimum puisque nous cherchons à faire un béton avec le minimum d'eau. Le film de laitance est donc formé de milliards de petites billes, qui agissent sur tout le pourtour de la paroi.

Au moment où on pousse le béton, les chiffres donnés par M. JOISEL sont bons; ceux que j'ai trouvés pratiquement sont un peu plus faibles, puisque nous arrivons à déboucher une canalisation de béton avec l'air comprimé et nous obtenons les chiffres donnés par le conférencier, ce qui dans la pratique se ramène à 1 kg près aux chiffres de M. JOISEL.

Je crois donc que la dimension des cailloux ne joue pas autant qu'on le pense. Du moment que vous avez un bon



FIG. 11.

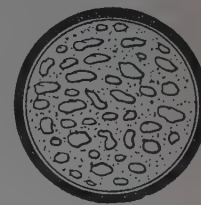


FIG. 12.



FIG. 13.

(1) Les essais sur un concasseur à mâchoires qui ont été cités se poursuivent et leurs résultats seront publiés ultérieurement dans un compte rendu complet.

(2) Les essais sur les bétonnières ont fait l'objet du fascicule des *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, n° 130 : L'HOMOGÉNÉITÉ DU BÉTON ET LES BÉTONNIÈRES II (janvier 1951).



FIG. 14.

béton, les cailloux sont absolument comme dans du nougat et se trouvent incorporés même s'ils sont dans le fond. Ce n'est pas le poids du caillou qui nous gêne, puisque c'est le boudin de béton qui roule sur des billes.

Voici ma théorie, elle vaut ce qu'elle vaut; c'est ce que j'ai remarqué en 20 ans de pratique. Je ne l'ai pas trouvé tout de suite, j'ai mis très longtemps.

Je n'irai pas plus loin, car on ne transportera jamais des matériaux secs avec les pompes à béton actuelles; M. JOISEL a donné un exemple très bon : « il faudrait mille chevaux si on essayait de transporter des cubes d'enfant, encore ils n'iraient qu'à 1 m si le tube n'éclate pas ».

D'autre part pour se servir des pompes à béton il faut être spécialiste du béton. Le principal dans l'affaire ce n'est pas la pompe, mais plus encore la bétonnière. Il faut avoir un béton parfaitement fait et pour cela il faut avoir une très bonne bétonnière. Si vous employez un tambour basculant, les pierres sortent les premières. On lance successivement dans la pompe les pierres, ensuite le béton ensuite le mortier... votre canalisation est à peu près sûre de ne pas fonctionner. Pour la faire fonctionner avec une bétonnière à tambour basculant, j'ai des trucs, mais ce n'est ni pratique ni agréable.

Pour bien faire fonctionner les pompes à béton (engins à débit continu) il faut une bétonnière à débit continu, avec laquelle on puisse faire un malaxage à sec avant de mouiller le béton.

Ainsi que le conférencier l'a dit, les pompes à béton deviendront un moyen de contrôle de la qualité du béton, elles sont même déjà un moyen de contrôle mais qui n'est pas encore reconnu. Or l'usager s'aperçoit déjà qu'avec une pompe à béton on ne peut pas faire n'importe quel béton; il faut en faire un bon.

M. JOISEL. — A mon tour je voudrais poser une petite question à M. LONDAIS. Il a commencé par dire qu'il n'était pas tout à fait d'accord avec moi, mais en quoi ?

M. LONDAIS. — C'était sur le fait que la grosseur des cailloux influençait le transport du béton. S'ils sont dans le rapport

cailloux 800 l et sable 400 l ils n'influencent pas le transport dans la pompe elle-même, ils l'influencent au moment où ils deviennent intransportables dans les tuyaux.

M. JOISEL. — Je fais remarquer à M. LONDAIS qu'en ce qui concerne la question de la granulométrie, j'ai signalé que cela pourrait faire l'objet d'une conférence spéciale, je ne me suis pas très avancé ⁽¹⁾.

Je voudrais maintenant vous poser une deuxième question. Vous parlez d'un petit toit, est-ce de l'air ?

M. LONDAIS. — Même si votre canalisation est étanche, il y a toujours théoriquement un petit toit, c'est l'air de la laitance.

M. JOISEL. — Si c'est de l'air, d'où vient-il ?

M. LONDAIS. — Il y en a toujours un petit peu dans la canalisation.

M. JOISEL. — Pourquoi se rassemblerait-il en haut ?

Vous parlez de vos observations qui ont duré 20 ans, mais CORNEILLE a signalé que « la valeur n'attendait pas le nombre des années ». En ce qui concerne ce ménisque, si c'est de l'air, je ne vois pas d'où il peut venir ? si c'est de la laitance, c'est que le béton est ségrégué, ce qui est mauvais. Quant aux observations que vous avez pu faire, je ne vois pas comment vous avez pu voir l'intérieur des tuyaux ⁽²⁾.

M. LONDAIS. — Je m'en suis rendu compte au bout d'un certain temps, en 20 ans de pratique j'ai vu des incidents, notamment une canalisation bouchée, parce que les ouvriers l'avaient laissée se prendre et nous avons été obligés de sortir le béton des tuyaux. Pour cela j'ai employé toutes sortes de méthodes : on a fait des trous pour percer les 3 m de tube et essayer de récupérer la valeur d'une canalisation en acier, on a scié pour regarder ce qui s'était passé et on a trouvé le toit dans le haut, le béton s'était affaissé. Maintenant ces toits étaient-ils remplis d'air, quelle était la pression de l'air ? elle n'était peut-être pas énorme, peut-être au-dessous de la normale.

M. JOISEL. — C'est certainement la pression du liquide qui est en dessous.

M. LONDAIS. — La pression diminue chaque fois que le piston revient en arrière à l'aspiration.

M. RANDON. — Je vois avec plaisir que le conférencier et son interpellateur sont d'accord.

M. LONDAIS. — Pour quelqu'un qui n'a pas pompé pratiquement du béton sur le chantier vous avez fait des observa-

⁽¹⁾ Voici le texte intégral du passage de ma conférence concernant la grosseur maximum de l'agrégat : « Je ne puis m'étendre sur le problème de la granulométrie qui pourrait faire l'objet d'une conférence spéciale. Je me contenterai de signaler qu'elle doit être prévue en fonction de l'effet de paroi des tuyaux. C'est la seule condition qui limite la grosseur maximum de l'agrégat qu'on fixe empiriquement environ au 1/3 du diamètre de la canalisation. »

⁽²⁾ J'ai montré dans la rédaction définitive du mémoire que le béton remplit complètement la canalisation au retour du piston (chap. II, § VI).

tions que je n'aurais pas pensé pouvoir être faites en laboratoire.

M. VALLETTE. — Je voudrais demander à M. JOISEL si ses conclusions pour les pompes sont valables pour le transport à air comprimé.

M. JOISEL. — Elles sont entièrement valables, c'est une question de pression; que ce soit un piston qui pousse le béton ou que ce soit l'air, c'est la même chose. D'ailleurs, comme M. LONDAIS l'a dit tout à l'heure, à la fin du travail on est bien obligé de vidanger le béton avec un bouchon spécial qui est poussé par l'air comprimé.

M. VALLETTE. — En ce qui concerne le fonctionnement des pompes je peux apporter quelques observations faites sur les chantiers de la S. N. C. F.; leurs résultats confirment bien les conditions que vous avez indiquées.

A. — Pont de la Loire.

Premier essai. — Composition :

| | |
|-------------------------|--------|
| Concassé 50/60..... | 812 l |
| Sable fin de Loire..... | 631 l |
| Ciment..... | 300 kg |
| Eau..... | 136 l |

Béton très homogène, obtenu par une bétonnière continue.

Le béton s'arrête et se tasse à 20 m (on ne peut déboucher à l'air comprimé), il faut l'extraire.

Deuxième essai. — Composition :

| | |
|-------------------------|--------|
| Concassé 50/60..... | 640 l |
| Sable fin de Loire..... | 700 l |
| Ciment..... | 300 kg |
| Eau..... | 200 l |

Très bon mélange.

Avance assez rapide jusqu'à 40 m, lent de 40 à 50 m, où il s'arrête, on débouche à l'air sur 20 m, il faut extraire sur 30 m.

COMMUNICATION DE M. JAVAY

Directeur des Établissements FOURRÉ et RHODES.

Je désirerais signaler les résultats que nous avons obtenus lors de la construction de la Centrale de Yainville (E. d. F.) avec l'utilisation de la pompe à béton et l'emploi d'un béton relativement sec donnant un slump-test inférieur à 5 ou 6 cm.

Il s'agit d'une pompe Almacoa P², tuyauteries de 180 mm. La presque totalité du béton a été exécutée à la pompe, soit environ 34 000 m³.

La puissance maximum de la pompe a été utilisée avec un transport horizontal de 180 m, une montée de 30 m et deux coudes à angle droit (1).

Dire que nous n'avons pas eu quelques incidents qui nous ont obligés à vider la conduite serait exagéré, mais ils ont été peu nombreux : une vingtaine peut-être pour une durée de

(1) La pression minimum au départ pour réaliser la propulsion (paragr. 1,4 et 1,5) est

$$P = 0,14 \times 200 \times 0,2 + 0,24 \times 30 = 5,6 + 7,2 = 12,8 \text{ kg/cm}^2$$

si chaque coude est compté pour 10 m horizontaux (note de M. JOISEL).

B. — Viaduc de Colombes.

Il y a une vingtaine d'années, à l'origine des pompes, pour l'exécution du long viaduc de Colombes, il a fallu augmenter de 75 kg le dosage en ciment (porté de 175 à 250 kg) et adopter une consistance très molle. Il s'agissait d'un gros béton, d'enrobement de poutrelles métalliques, et de remplissage, dont la résistance n'importait pas.

C. — Pont de Maisons-Laffitte.

Au pont de Maisons-Laffitte, pour un béton normal de béton armé, une addition de kieselgur fut nécessaire, avec une consistance molle.

D. — Pont de la Jonnelière.

Composition :

| | |
|----------------------|--------|
| Gravillon 5/25 | 592 l |
| Sable de Loire..... | 605 l |
| Ciment..... | 400 kg |
| Eau | 193 l |

Pompe de 35 ch, canalisation de 180 mm. Le système fonctionne avec une régularité parfaite, on refoule 1/3 de mètre cube en moins de 2 mn à 115/120 m avec une montée de 10 à 12 m, le béton ressort en conservant sa forme cylindrique sur 20 à 30 cm. Après 1 h d'arrêt la reprise se fait sans difficulté.

La description du pont est donné dans la *Technique moderne de la Construction*, d'août 1949. On relève dans ce numéro, pour le barrage de Pannessière-Chaumard, que « malgré de nombreux essais on n'a jamais réussi à pomper régulièrement avec des pompes de 180 mm des bétons de 60 ayant moins de 24,5 % d'éléments < 0,5 et moins de 43 % d'éléments < 3 mm pour un dosage de 300 kg et 250 l d'eau, réduisant la résistance à 90 j à 200 kg ».

C'est la rançon du transport à la pompe, le béton est dévalorisé d'une façon importante, et si on s'écarte des conditions fixées par M. JOISEL on a de nombreux incidents de fonctionnement.

travaux de bétonnage de deux ans et demi, et ont été attribués aux causes suivantes :

- Soit à la trop grande quantité d'eau mise dans le béton;
- Soit à une mauvaise disposition des tuyaux de refoulement;
- Rarement à des nids de gravier.

Nous n'employons plus sur nos chantiers le slump test qui, avec les bétons relativement secs que nous mettons en œuvre, ne nous donne plus aucune indication. Nous l'avons remplacé par la table à secousses qui, sur un chantier déterminé, pour des dosages déterminés, nous donne le test de la quantité totale d'eau à introduire dans le mélange. A Yainville ce test était de l'ordre de 1,35 à 1,40 avec quelques variations accidentelles ou voulues (selon la facilité d'emploi du béton dans les parties de l'ouvrage) de l'ordre de ± 5 à 6 centièmes, pour des bétons de granulométries très diverses dont je donne l'une d'elles :

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Gravillon de Seine 5/25..... | 879 l |
| Sable de Seine 0/5..... | 398 l |
| Ciment..... | 350 kg |
| Eau théorique (matériaux secs)..... | 192 l |

Nous n'avons pas fait de mesures comparatives entre les résultats obtenus au slump test et à la table à secousses, mais je ne crois pas me tromper en disant qu'un tel béton ne donnerait aucune indication au slump test; en tous cas des résultats inférieurs à des affaissements de l'ordre de 5 à 6 cm ⁽¹⁾.

De très nombreux essais sur cubes de 20/20/20 à 7, 28 et 90 j ont été faits; ils ont été réalisés par les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics où l'on peut en trouver les résultats (en plus de ceux faits par nous-mêmes sur des cylindres de 10) ⁽²⁾.

Contrairement à ce qui a été dit dans la discussion qui a suivi la conférence, le béton, à la sortie du tuyau, se tenait horizontalement sur une longueur comparable au diamètre de ce tuyau; au delà, il s'affaissait. Lorsqu'au contraire l'écoulement se faisait en col de cygne et que le boudin s'aplatissait à la sortie même du tuyau, nous étions alertés car nous jugions que la quantité d'eau était trop forte.

M. JOISEL a signalé avec raison le défaut d'un trop long malaxage (ce qui arrive assez souvent sur un chantier) et la formation d'une couche de graviers à la surface du béton malaxé. Il est évident que si l'on n'y prend pas garde, on déverse dans la trémie de la pompe une masse graveleuse qui peut se retrouver dans le tuyau et occasionner un bouchon. Nous avons paré à cet inconvénient en employant pour l'alimentation de la pompe deux bétonnières (ce qui régularise le mélange) et en ayant soin de maintenir un niveau de béton maximum dans la trémie de la pompe; de telle sorte que par

⁽¹⁾ Note de M. JOISEL : Si je n'ai parlé que du slump, c'est que ses spécifications sont plus simples et mieux connues, et pour du béton pompable (c'est-à-dire donnant un slump de 5 à 8 ou 10 cm en général), la dispersion de l'essai n'est pas plus forte pour le slump que pour le flow, la variation du critère est à peu près linéaire dans les deux cas en fonction du dosage de l'eau et les sensibilités sont du même ordre. Tout cela ressort du mémoire de MM. L'HERMITE et TOURNON sur « La vibration du béton frais » (fig. 3 et 4 des pages 30 et 31).

Il faut noter en passant que pour le béton essayé (agrégat de Seine allant jusqu'à 25 mm, dosage 300 kg/m³) la correspondance est la suivante :

| FLOW | SLUMP (cm) |
|------|------------|
| 1,25 | 3 |
| 1,30 | 3,5 |
| 1,35 | 4 |
| 1,40 | 4,5 |
| 1,45 | 5 |
| 1,50 | 6 |

D'ailleurs un slump de 5 à 10 cm correspond sensiblement à la consistance normale d'un béton armé vibré.

⁽²⁾ On trouvera en annexe les caractéristiques des bétons, fournies par les Établissements FOURRÉ et RHODES.



FIG. 15.

les légers mouvements dus aux coups de piston, par l'introduction de gâchées rapprochées, un mélange (réduit à la vérité) se produit dans la trémie et homogénéise l'ensemble.

La figure 15 montre l'installation telle que nous la réalisons sur les chantiers où nous avons recours à une pompe à béton.

Mais, et M. JOISEL l'a également fait justement remarquer, cet engin nécessite un béton d'une grande et constante homogénéité. Nous n'y sommes arrivés qu'en surveillant minutieusement la constance du mélange : d'abord à chaque reprise du travail, matin et soir, au moyen de la vérification à la caisse doseuse, et plusieurs fois dans la journée au moyen de la table à secousses.

Nous sommes arrivés ainsi à la notion de l'« homme béton », celui qui surveille les granulométries des agrégats livrés, mesure chaque jour l'eau contenue dans les agrégats et indique la quantité d'eau à introduire dans les gâchées, vérifie si le volume d'une gâchée correspond exactement au volume théorique, rectifie les dosages s'il y a lieu et fait tous les prélèvements de béton (cubes ou cylindres, barrettes pour simuler). Dans les chantiers où des quantités relativement importantes de béton sont mises journellement en œuvre, la présence de l'homme béton devient indispensable et évite beaucoup d'insuccès surtout si l'on emploie la pompe à béton qui reste tout de même un matériel un peu délicat.

Et lorsqu'on aura mis au point un procédé sûr du mesurage de l'eau à introduire dans la bétonnière, on aura fait un grand pas dans la confection du béton; car il faut bien le dire, il est rare que les doseurs d'eau actuellement employés donnent satisfaction.

ANNEXE

Caractéristiques des cubes de béton écrasés aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics pour le compte des Établissements FOURRE et RHODES et concernant la Centrale de YAINVILLE

| DATE d'écrasement | AGE | GRAVILLON | | SABLE | | CIMENT | EAU | CONSI- TANCE à la table à secousses | RÉSISTANCES en compression | NATURE de l'ouvrage |
|----------------------|-----|-----------------|--------|-----------------|------------------------------------|--------|-----|--|----------------------------------|---|
| | | Dimen- sions | Dosage | Dimen- sions | Dosage | | | | | |
| | j | mm | l | mm | l | kg | l | | kg/cm ² | |
| 30-11-46.. | 7 | | | | | | | | 250, 367, 385 | |
| 17-12-46.. | 7 | | | | | | | | 207, 235, 235 | |
| 17- 2-47.. | 10 | | | | | | | | 127 | |
| 7- 3-47.. | 28 | | | | | | | | 162 | |
| 29- 4-47.. | 7 | | 900 | | 470 | 350 | 115 | | 142, 152, 157 | Pilier 46 et 47. |
| 30- 4-47.. | 14 | | 885 | | 570 | 200 | 114 | | 60, 75, 82 | Assolement pilier 26 et 27. |
| 1- 5-47.. | 28 | | 900 | | 235 | 350 | 114 | | 245, 255, 260 | Pilier 25. |
| | | | | | et 235 de tout venant | | | | | |
| 7- 5-47.. | 28 | | 900 | | 235 et 235 de tout venant | 350 | 114 | | 215, 225, 237 | Pilier 22. |
| | | | | | | | | | | |
| 8- 5-47.. | 90 | | | | | | | | 255 | |
| 4- 6-47.. | 28 | | | | | 350 | | | 167, 210 | Pilier 42. |
| 20- 6-47.. | 31 | | 255 | | 135 | 100 | 39 | | 210, 212 | Pilier 23. |
| 20- 6-47.. | 28 | | 275 | | 160 | 200 | 60 | | 432, 445 | |
| 16- 7-47.. | 28 | 15/25 | 825 | | 470 | 300 | 105 | | 190, 192 | |
| 23- 7-47.. | 7 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 195 | | 195 | |
| 5- 8-47.. | 90 | | | | | 350 | | | 220 | Pilier 42. |
| 13- 8-47.. | 28 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 195 | | 195 | |
| 18- 8-47.. | 90 | | 255 | | 135 | 100 | 39 | | 362 | Pilier 23. |
| 21- 8-47.. | 90 | | 275 | | 160 | 200 | 60 | | 562 | |
| 16- 9-47.. | 90 | 15/25 | 825 | | 470 | 300 | 105 | | 237 | |
| 16- 9-47.. | 10 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 115 | | 197, 207, 215 | |
| 4-10-47.. | 28 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 115 | | 205, 277, 290 | Poutres, plancher + 28 entre pilier 21-22 et 41-42. |
| | | | | | | | | | | |
| 14-10-47.. | 90 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 195 | | 267 | |
| 5-12-47.. | 90 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 115 | | 222, 237, 237 | |
| 20- 5-48.. | 24 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 124 | | 230 | Plancher 20. Salle des machines. |
| | | | | | tout venant | | | | | |
| | | | | | 0,8 | | | | | |
| 26- 5-48.. | 30 | 15/25 | 890 | | 470 | 350 | 124 | | 235 | — |
| 30- 6-48.. | 12 | 15/25 | 830 | | 0/8 | 340 | 600 | 168 | 412, 432 | |
| 16- 7-48.. | 28 | 15/25 | 830 | | 0/8 | 340 | 600 | 168 | 477 | |
| 26- 7-48.. | 91 | 15/25 | 890 | | tout venant | 470 | 350 | 124 | 370 | — |
| | | | | | 0/8 | | | | | |
| 19- 2-49.. | 14 | 8/25 | 890 | | 0/8 | 470 | 350 | 135 | 262, 272, 277 | + 20. Passerelle et poste d'eau, etc., poteaux 11 à 21. |
| | | | | | | | | | | |
| 6- 4-49.. | 7 | 8/25 | 890 | | 0/8 | 470 | 350 | 140 | 146, 152, 155 | Planchers bureaux + 32,50. |
| 20- 4-49.. | 60 | 8/25 | 890 | | 0/8 | 470 | 350 | 135 | 387, 425, 425 | + 20. Passerelle et poste d'eau, etc., poteaux 11 à 20. |
| 27- 4-49.. | 28 | 8/25 | 890 | | 0/8 | 470 | 350 | 140 | 225, 230, 252 | Planchers bureaux + 32,50. |
| 20- 5-49.. | 90 | 8/25 | 890 | | 0/8 | 470 | 350 | 135 | 420, 450, 470 | + 20. Passerelle, etc., poteaux 11 à 20. |
| 28- 6-49.. | 90 | 8/25 | 890 | | 0/8 | 470 | 350 | 140 | 275, 315, 320 | Planchers bureaux + 32,50. |
| 15-12-49.. | 34 | 15/25 | 870 | | 0,1/8 | 360 | 600 | 130 | 350, 445, 470 | Colimaçon. Station de pompage. |
| 11- 2-50.. | 90 | 15/25 | 870 | | 0,1/8 | 360 | 600 | 1,45 | 475, 517, 565 | — |
| 11- 3-50.. | 120 | 15/25 | 870 | | 0,1/8 | 360 | 600 | 1,45 | 480, 525, 585 | — |

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- TRÈVES (B.), Notes sur les pompes à piston et appareils pneumatiques pour les injections de ciment, mai 1928.
- DÉLAGE (R.), Les Bétonnières et distributrices de béton, mai 1928.
- DELAGE (R.), La mise en place du béton au moyen d'une pompe. *Génie Civil*, 15 avril 1933.
- STEUERMANN, La mise en œuvre du Béton, 1934.
- LONDAIS (M. R.), KLEINLOGEL (A.) et FLORENTINI (F.), Les pompes à béton et leur emploi. *Science et Industrie*, mars 1934.
- LONDAIS (M. R.), KLEINLOGEL (A.) et FLORENTINI (F.), Look concrete placed by pumping. *Eng. News Record*, 25 janvier 1934.
- BALL (C. F.), Concrete by pump and pipeline. *J. A. C. I.*, janvier 1936, vol. 32.
- LONDAIS (R.), Bétonnières automatiques. Pompes à béton. *Mémoire de la Société des Ingénieurs Civils de France*, juillet-août 1935.
- V. ROTHE (T.), Amerikanische Erfahrungen mit der Betonpumpe. *Zement* 26, 1937.
- LONDAIS, Transport du gros béton par pompes. *Travaux*, déc. 1938.
- VALLEYE, Quelques inconvénients de la Pompe à béton, avril 1945.
- BALENCY-BEARN, Vues sur l'outillage actuel du Bâtiment et ses tendances. *Techniques et Architecture*, nos 7 et 8, *Reconstruction*, 1946.
- VAURELLES, Fabrication des bétons. *Ibid.*
- CHADYICH (W. L.), Hydraulic structure maintenance using pneumatically placed mortar. *Journal of the A. C. I.*, janvier 1947.
- CHADYICH (W. L.), Pneumatic concrete placers speed lining of small tunnels. *Engineering news record*, 3 avril 1947.
- DEMARRE (G.) et LE MORVAN (J. C.), L'occlusion d'air dans les bétons. *Cahiers du C. S.-T. B.*, n° 4, juillet 1948.
- COLONGNE (E. P.), Le Transport du Béton par l'Air Comprimé, L'équipement mécanique des mines, carrières et grandes entreprises, mars 1948.
- MURDOCH (L. J.), Concrete materials and practice, 1948.
- GREEN (N. D.), The pumping of concrete. *Concrete for the contractor*, Londres, 1948.
- GREEN (N. D.), Water content of pumping concrete. *Concrete and constructional Engineering*, août 1948.
- CRANE (C. O.), Béton pompé pour le déversoir du Barrage d'Ender. *J. A. C. I.*, juin 1949, n° 10, vol. 20.
- JOISEL (A.), Recherches sur le béton pompé. *Cahier*, n° 107, du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, (1^{er} trimestre 1951, tome XI).

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.



CENTRE
D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

MANUEL
DE LA CHARPENTE EN BOIS
N° 12

Échafaudage du Dôme des Invalides (Entreprise « Les Charpentiers de Paris »).

ÉTAIEMENTS, ÉCHAFAUDAGES, OUVRAGES SPÉCIAUX

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

TABLE DES MATIÈRES

| | Pages. | | Pages. |
|--|--------|---|--------|
| AVANT-PROPOS..... | 3 | b) Échafaudages indépendants | 22 |
| I. — ÉTAIEMENTS | 3 | 1° Les échafaudages de pied, sur plan vertical à double rang d'échasses..... | 23 |
| A. Généralités..... | 3 | 2° Les échafaudages de pied, sur un plan horizontal | 23 |
| B. Règles à observer | 3 | c) Échafaudages mobiles | 23 |
| a) Semelles basses | 4 | C. Échafaudage du dôme des Invalides (1936) | 29 |
| b) Semelles de tête ou couches de tête (ou hautes)..... | 4 | V. — PONTS PROVISOIRES ET PALÉES | 33 |
| c) Étais | 5 | A. Ouvrages provisoires sous voies ferrées..... | 33 |
| C. Différents types d'étaisements..... | 6 | Généralités | 33 |
| a) Étais droits | 6 | Camarteaux en traverses | 33 |
| b) Batterie d'étais verticale | 7 | Palées en bois..... | 33 |
| c) Étais obliques | 7 | a) Dispositifs d'ensemble. Types de palées..... | 33 |
| d) Grandes contrefiches | 8 | b) Détails des palées | 34 |
| e) Étais en chevalements | 10 | c) Fondations..... | 34 |
| f) Dispositions à éviter | 12 | d) Précautions contre les crues et les affouille- ments | 34 |
| D. Étaisements célèbres | 13 | B. Ouvrages provisoires sous routes | 34 |
| II. — BUTONNAGES..... | 13 | Généralités | 34 |
| Généralités..... | 13 | Ponts à travure simple | 34 |
| Position à donner aux butons..... | 14 | Ponts à poutres composées multiples sous chaussée..... | 36 |
| Calcul des butons | 15 | Exemples de tabliers de ponts provisoires..... | 36 |
| III. — BLINDAGES DE FOUILLES | 16 | Exemple de palée | 36 |
| Généralités..... | 16 | C. Batardeaux, caissons, etc..... | 38 |
| Poussée des terres | 16 | VI. — PYLONES..... | 41 |
| Calcul des étréillons..... | 17 | Généralités | 41 |
| IV. — ÉCHAFAUDAGES | 18 | Exemple de pylône de 70 m de hauteur. Détails d'exécution..... | 41 |
| A. Généralités..... | 18 | | |
| B. Différents types d'échafaudages | 19 | | |
| a) Échafaudages adhérents | 19 | | |
| 1° Échafaudages de pied sur plan vertical.. | 20 | | |
| 2° Échafaudages en encorbellement..... | 20 | | |
| 3° Échafaudages sur potences dits « en éven- tail » | 22 | | |

RÉSUMÉ

Le présent fascicule débute par la description des *étaisements* et l'énoncé des règles générales à observer dans leur exécution et des principes de mise en œuvre des différents types d'étaisements.

Puis on examine :

- 1° Le mode d'action des *butonnages*, la détermination de leur position, le calcul de leurs sections;
- 2° Le processus d'exécution des *blindages de fouilles* et les conditions de prise en compte de la poussée des terres.

On envisage les divers objets des *échafaudages* et on en décrit les différents types : échafaudages adhérents, échafaudages indépendants, échafaudages mobiles. A titre d'exemple, on décrit l'échafaudage construit en 1936 pour la restauration du dôme des Invalides.

On passe en revue les principaux types de *ponts provisoires* et de *palées* en bois pour ouvrages provisoires sous voies ferrées et sous routes ; on étudie la construction des *batardeaux* et des *caissons* en bois.

On termine par quelques généralités sur les *pylônes* et quelques détails d'exécution d'un pylône en bois de 70 m de hauteur.

SUMMARY

This paper begins by describing shoring with the general principles of construction and methods of erection of the different types.

The paper goes on to discuss :

- 1° The mode of action of struts, with the determination of their position and the calculation of their cross-sections;
- 2° How to timber excavations and to calculate active earth pressure.

The various members of scaffolding are described with the different types of scaffolds, clinging scaffolds, independent scaffolds and moving scaffolds. As an example, the scaffolding built in 1936 for restoring the dome of the Invalides is described.

The main types of temporary bridges are described, as are timber bents for temporary underpasses below road or railway. The construction of timber cofferdams and caissons is looked into.

Towers are briefly described with some working details of a timber tower 230 feet high.

AVANT-PROPOS

Le présent fascicule a été rédigé par M. GREZEL sur les données techniques et exemples de réalisation fournis par MM. DUHOUX, MOLES et VRAIN membres de la Commission de rédaction du « Manuel de la Charpente en Bois ». Il traite essentiellement des ouvrages provisoires les plus couramment utilisés pour la construction, la consolidation et la réparation des ouvrages définitifs de Bâtiment et de Travaux Publics : étalements, butonnages, blindages, échafaudages, palées dont l'exécution est en général confiée aux charpentiers en bois et réalisée sur le tas.

Il importait de donner aux jeunes charpentiers des vues justes sur le comportement de ces divers ouvrages, afin de leur éviter de commettre sur ceux qu'ils établissent des erreurs majeures qui risqueraient d'en compromettre la stabilité. C'est pourquoi nous nous sommes attachés, d'une part, à mettre en lumière les règles d'établissement d'ordre pratique dont l'observation est indispensable pour assurer une conception rationnelle et une exécution correcte et, d'autre part, à donner des exemples tirés de réalisations concrètes qui se sont comportées d'une manière satisfaisante et n'ont donné lieu à aucune critique.

I. — ÉTAIEMENTS

A. — GÉNÉRALITÉS

Étayer en partie ou en entier un ouvrage, un bâtiment ou des terrassements en fouille, c'est leur donner des soutiens provisoires en bois plus ou moins importants :

1° Soit pour assurer leur stabilité et éviter une chute prochaine que risqueraient de provoquer des charges trop fortes, des vices de construction, des dégradations ou la vétusté;

2° Soit pour permettre des transformations importantes;

3° Soit pour procéder dans les parties d'ouvrages ou les étages inférieurs d'immeubles à des réparations importantes, voire même à des reconstructions lorsque l'exécution de ces travaux nécessite des reprises en sous-œuvre qui obligent elles-mêmes à effectuer momentanément des démolitions risquant de compromettre la stabilité de la construction.

Il faut étayer, par exemple, pour soutenir un pan de mur ou une façade qui menacent ruine, une poutre ou un plancher qui, trop chargés, fléchissent exagérément, pour supporter une poutre dont l'encastrement dans un mur est défectueux, une partie de maçonnerie sous laquelle on doit pratiquer une ouverture. Souvent il faut étayer également pour s'opposer à la poussée des terres lorsqu'on creuse une fouille pour exécuter les fondations d'une construction.

Dès qu'il s'agit de travailler en sous-œuvre, la prudence fait un devoir de prévoir des étalements avant de rien entreprendre, même si l'ouvrage est très bien construit et très solide. De même lorsque de petites avaries risquent de s'accroître et par là même de compromettre la stabilité d'un édifice, la prudence commande d'étayer sans délai pour empêcher le mal d'augmenter.

On fait appel aux charpentiers pour réaliser ces étalements capables de remédier au mal ou de le prévenir. De leur habileté et de leur promptitude à étayer savam-

ment dépend fréquemment la réussite des opérations qui permettront de sauvegarder des constructions parfois d'une très grande valeur ⁽¹⁾.

« L'Art de bien étayer », en raison de la diversité des travaux d'étalement, demande de la part de celui qui le pratique de l'initiative, de l'intelligence, du bon sens. « L'adresse, le savoir et l'expérience du charpentier peuvent seulement lui prescrire le système d'étalement que chaque cas particulier demande. »

Il serait donc difficile de présenter en quelques pages la technique de ces travaux. Nous nous contenterons de rappeler quelques règles dont l'observation est nécessaire à une bonne exécution.

B. — RÈGLES À OBSERVER

Un étalement comprend essentiellement des éléments appelés « étais », longues pièces de bois généralement en grumes. Ces étais supportent l'ouvrage à soutenir par l'intermédiaire de semelles dites « semelles de tête », « couches hautes » ou « chapeaux ». Ils transmettent leur effort au sol à l'aide de semelles de répartition appelées « semelles basses » ou « couches basses » (fig. 1).

Dans l'établissement d'un étalement, il faut tenir

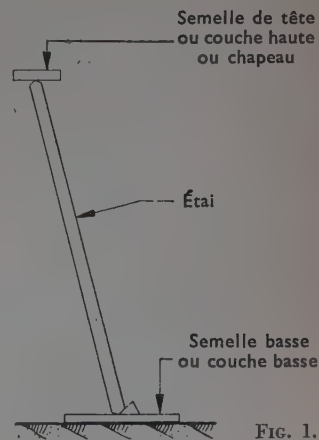


FIG. 1.

(1) Pour les cas spéciaux où la technique est un peu particulière, il convient de s'adresser aux spécialistes, Ingénieurs ou Constructeurs, qui ont la connaissance approfondie des conditions de résistance des constructions en cause aux contraintes produites par les réactions qu'introduisent les étais.

compte, d'une part, de la valeur de la charge à supporter afin d'employer des pièces de sections suffisantes, d'autre part, de la direction de la poussée exercée par l'ouvrage à soutenir afin de donner aux étais la pente la mieux appropriée pour s'opposer à cette poussée.

Pour que des étais remplissent efficacement leur rôle de soutien provisoire, il faut :

1° Les établir sur un sol suffisamment résistant pour supporter sans s'affaisser la charge qu'ils lui transmettent;

2° Dimensionner largement les étais pour résister sans risque de flambement aux efforts de compression qui les solliciteront;

3° Prévoir des semelles de tête assez résistantes pour transmettre la charge sur les têtes des étais, et des semelles basses résistantes et suffisamment larges pour que la charge répartie sur le sol par unité de surface soit inférieure à la limite admissible;

4° Assurer un système de calage qui permette aussi bien de mettre les étais en charge que de les dégager;

5° Rendre solidaires les différents éléments de l'étalement par des liaisons qui les empêchent de flamber et assurent leur contreventement.

En résumé, un étalement doit présenter une *grande rigidité*, une *grande stabilité transversale*, un excellent appui sur le sol qui ne doit *accuser aucun tassement*; à cet effet il y a lieu de prendre les précautions suivantes :

a) Semelles basses.

Les semelles basses ou « couches basses » seront en bois dur (généralement en chêne) afin d'éviter l'écrasement des fibres (1). Elles comprendront deux couches de planches superposées fortement brochées ensemble; la direction de fil des planches de la couche supérieure sera perpendiculaire à celle des planches de la couche inférieure. Les semelles basses auront une surface d'appui suffisante pour ne transmettre au sol que des pressions faibles, de l'ordre de 0,5 à 1 kg/cm². En outre l'épaisseur des planches ne descendra pas au-dessous de 40 mm. Si la charge qui lui est transmise est très importante, la semelle basse aura une épaisseur de 10 à 14 cm et sera prélevée dans un plateau en chêne. De part et d'autre du pied de l'éta, dans le sens de la largeur, la semelle basse débordera de 0,020 à 0,040 m au moins (fig. 2). Les semelles basses (ou couches basses) seront posées sur un terrain bien décapé, débarrassé de la terre végétale,

(1) Ces semelles doivent être très rigides pour transmettre le plus uniformément possible les pressions sur le sol; elles reçoivent, de la part de l'éta, des compressions locales extrêmement grandes; de plus elles ne doivent pas se détériorer sous l'action des leviers ou pinces de relevage.

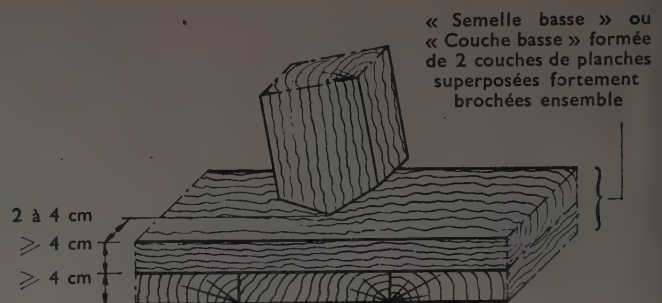


FIG. 2.

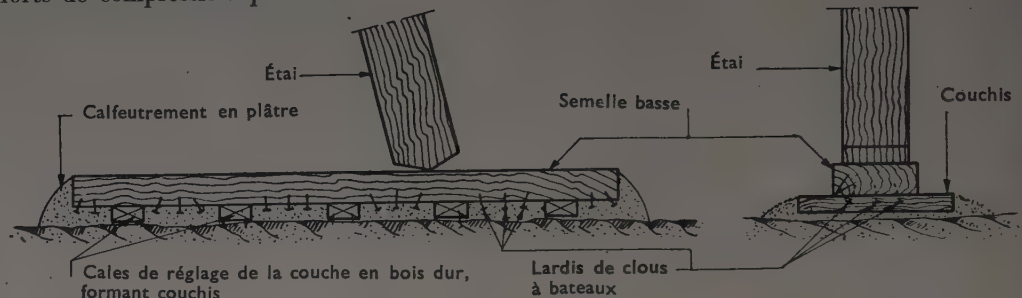


FIG. 2 a.

remblayé au besoin par du sable bien tassé. Si le terrain n'est pas ferme ou si sa surface est en faux-niveau, il faut soit creuser pour obtenir un fond résistant ou pour le niveler, soit établir sous la couche basse une sorte de plancher constitué le plus souvent par des éléments de bastings que l'on appelle couchois (fig. 2 a). Après serrage de l'éta, le calage de la semelle basse sera complété par un calfeutrement en plâtre gâché clair qui pénétrera sur toute la surface d'appui formant l'assise de la semelle et garnira tout le pourtour de la fouille en assurant un bon encastrement des quatre côtés (de la semelle basse) contre les parois de cette fouille. Au besoin on complètera l'accrochage au sol par un lardis de clous à bateaux.

b) Semelles de tête ou couches de tête (ou hautes).

Les semelles de têtes des étais seront suffisamment épaisses et larges pour recevoir la charge; elles seront de préférence en bois dur comme les semelles basses.

Les semelles sont prélevées dans des madriers.

c) Étais.

L'efficacité d'un éta placé, soit dans une position sensiblement verticale sous une voûte, sous un linteau ou sous un plancher (fig. 3), soit dans une position plus ou moins inclinée en direction de la poussée exercée par un mur qui se renverse ou par des terres qui tendent à glisser vers une excavation (fig. 4), dépend des deux points suivants :

1° De la nature de la semelle basse sur laquelle l'éta prend appui (ainsi que nous venons de le voir, celle-ci doit toujours être en bois dur ou tout au moins la couche

supérieure lorsque la semelle est constituée par deux couches superposées) et de l'angle sous lequel cette semelle le reçoit;

2° De la direction des faces de base ou pinces de l'étau que nous définirons plus loin (voir fig. 7) et qui doivent permettre, soit de le mettre complètement en charge, soit de le dégager.

Ainsi, un étau, quel que soit le genre de soutien auquel il est destiné, doit toujours présenter un sens d'avancement pour prendre charge et un sens de recul pour se dégager.

De ce fait il résulte que les faces de base d'un étau ne peuvent être ni semblables ni symétriques, et leur différence variera plus ou moins selon que l'étau est destiné à prendre une position définitive plus ou moins inclinée

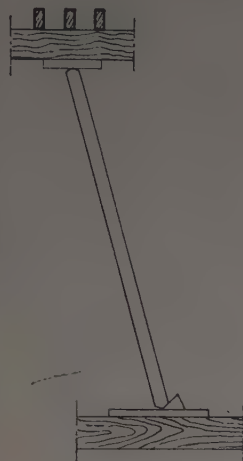


FIG. 3.

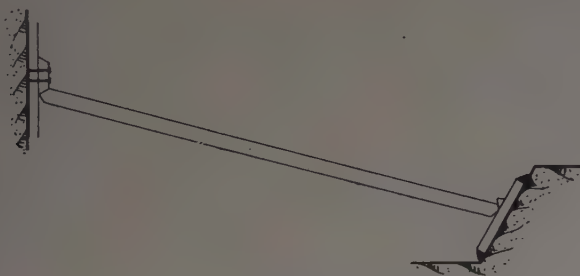


FIG. 4.

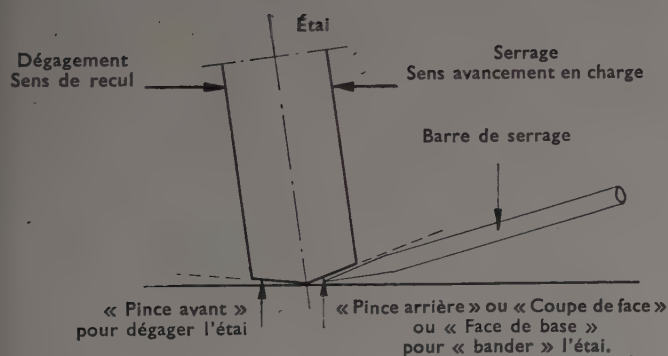


FIG. 5.

sur la couche qui reçoit sa prise en charge. L'opération essentielle que doit permettre un étau est de *pouvoir toujours lever davantage*, c'est-à-dire d'être constamment en mesure de pousser ou de lever sous l'action exercée à son pied par le charpentier sur ce que l'on appelle en termes de métier : les *pinces* ou *faces de base* à l'aide d'une barre de serrage (fig. 5).

Par conséquent, un étau bien posé ne doit *jamais* se trouver en charge au point mort, c'est-à-dire dans une position perpendiculaire à la couche qui le reçoit.

Dans ces conditions, comment déterminer les caractéristiques d'un étau ?

Nous verrons par la suite comment on mesure la longueur à donner à l'axe de l'étau, compte tenu du « rele-vage » à exercer par l'étalement; supposons pour l'instant cette longueur connue et précisons la forme des coupes à donner aux extrémités de l'étau afin d'éviter les éclats qui pourraient se produire sur les angles et de faciliter la mise en place de l'étau.

La tête ne nécessite qu'un abatage des angles sur environ 30 à 50 mm de chaque côté, selon la grosseur de l'étau, de façon à laisser subsister au milieu une surface transversale plane rectangulaire de 6 à 8 cm de côté qui permettra à l'étau de tourner autour de son axe pendant le serrage (fig. 6 et 7).

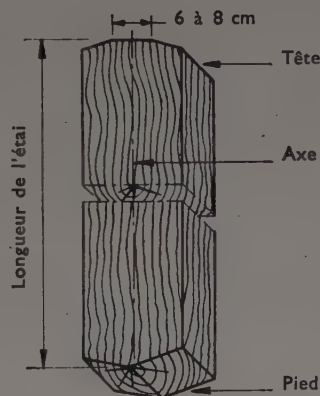


FIG. 6.

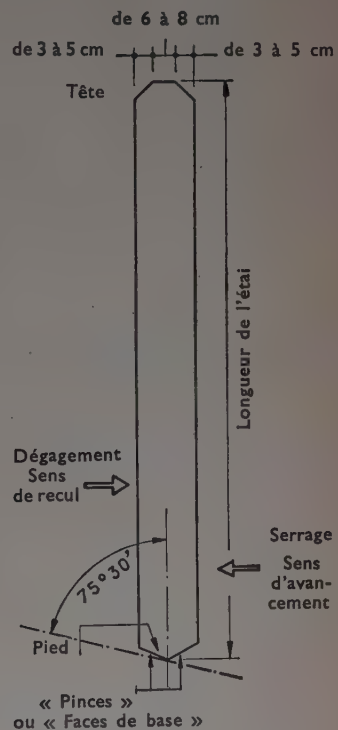


FIG. 7.

Le pied, par contre, doit être taillé suivant deux coupes biaises, appelées *faces de base* ou *pinces* de l'étau, se terminant sur l'axe de l'étau, de telle sorte que les deux faces ainsi formées constituent un dièdre dont l'arête passe par l'axe de l'étau; ceci permet de faire porter le pied de l'étau sur une arête seulement, reportant ainsi sur son axe les efforts qu'il doit supporter; l'inclinaison donnée à la face de base avant permet d'engager et de dégager l'étau sans que l'arête extérieure avant talonne (1) sur la semelle

(1) C'est-à-dire : sans que cette arête vienne en contact avec la semelle basse.

basse; l'inclinaison de la face de base arrière laisse entre elle et la semelle basse un vide d'accrochage (plus grand que celui de l'avant) qui facilitera le serrage de l'étais en permettant d'y glisser le bout aplati d'une forte pince à riper en fer ou *barre de serrage* au moyen de laquelle on pourra faire avancer et serrer (« bander ») l'étais (voir fig. 5).

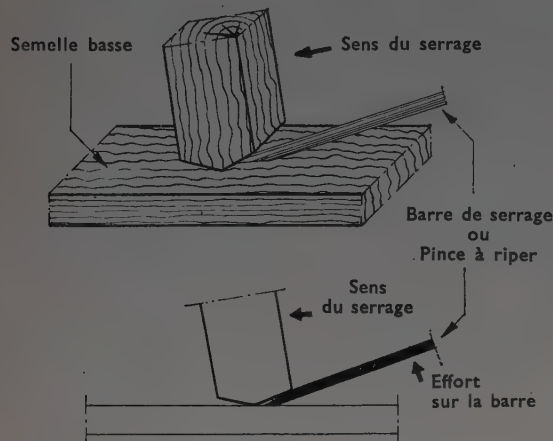


FIG. 8.

La mise en place de l'étais s'effectue en l'engageant d'abord à la main entre les deux semelles, puis en l'avancant en charge, c'est-à-dire en le forçant vers l'avant à l'aide d'une barre de serrage dont l'extrémité aplatie facilite la manœuvre (fig. 8).

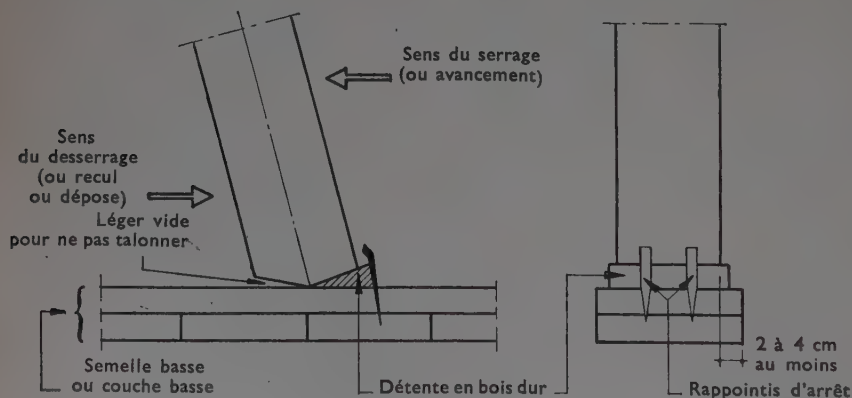


FIG. 9.

Lorsque l'étais est complètement en charge dans sa position définitive, il faut le bloquer en place sur la semelle basse avec une cale triangulaire en forme de coin en bois dur dite *détente*, coincée entre la face de base arrière et la semelle basse et maintenue dans cette position par des broches ou *rappontis* fixés sur la semelle. Cette fixation extérieure de la détente est ainsi prévue pour rendre la dépose plus facile (fig. 9).

C. — DIFFÉRENTS TYPES D'ÉTAIEMENTS

Les principes qui précèdent nous amènent à classer les étalements d'après leur constitution, la direction de pose des étais et suivant les difficultés rencontrées dans leur exécution. Nous distinguerons :

- Les étais droits;
- Les batteries d'étais verticales;
- Les étais obliques;
- Les étais à contrefiches;
- Les étais en chevalements.

a) Étais droits.

C'est le cas le plus simple. Placé isolément, par exemple sous une poutre qui a fléchi (fig. 10), cet étalement se compose d'un étau vertical appelé aussi *chandelle* et de deux semelles ou couches.

La longueur à donner à la chandelle est différente suivant que la poutre à étayer est à maintenir dans sa position fléchie ou à relever dans une position la plus rapprochée possible de celle qu'elle avait avant fléchissement.

Dans le premier cas, la hauteur entre le sol et la poutre est relevée au moyen de deux liteaux ou piges, comme le montre la figure 11. La dimension obtenue est reportée

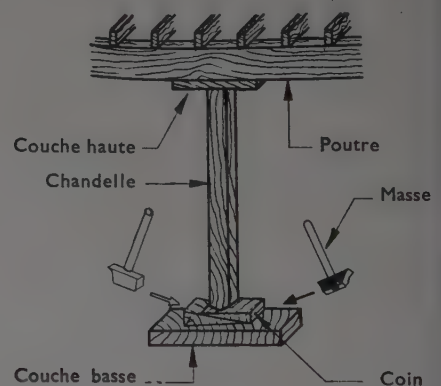


FIG. 10. — Étai droit.

sans faire varier la longueur des piges, sur l'axe de la pièce de bois devant servir de chandelle; de cette dimension le charpentier retranche l'épaisseur des semelles ou couches; il augmente légèrement cette nouvelle dimension et obtient ainsi la longueur à donner à la chandelle : de cette façon celle-ci possède le « raide » nécessaire permettant à la pose de la faire forcer dans sa position de travail.

Dans le second cas, on peut procéder de la même façon si la flèche est peu accentuée. Il suffira au moment de la mise en place, la chandelle étant trop courte pour relever la poutre fléchie, d'intercaler entre les faces de base (ou pinces) de la chandelle et la semelle basse deux forts coins en bois dur, munis d'une longue gaine (c'est-à-dire bien effilés), et de les « engager » en force sous la chandelle à l'aide d'une masse comme le montre la figure 10. La chandelle remontera au fur et à mesure de l'engagement des coins et rétablira la poutre dans sa position initiale. Si la flèche est importante, pour permettre d'exercer le « relevage » nécessaire, la longueur de la chandelle déterminée précédemment devra être augmentée d'une quantité égale à la flèche prise par la poutre. L'avancement de l'étau au moment de sa mise en place permettra de relever la partie fléchie.

Le plus souvent on procède au relevage préalable de la poutre à l'aide d'un cric ou d'un vérin, puis on détermine la longueur à donner à la chandelle comme dans le premier cas. Une fois que celle-ci aura été mise définitivement en place, on pourra desserrer et retirer le cric ou le vérin.

La mise en place de la chandelle s'effectue comme il est dit plus haut; celle-ci est bloquée dans sa position définitive sur la semelle basse au moyen de détentes serrées sur la coupe du pied de la chandelle et maintenues ainsi par des rappointis comme le montre la figure 12.

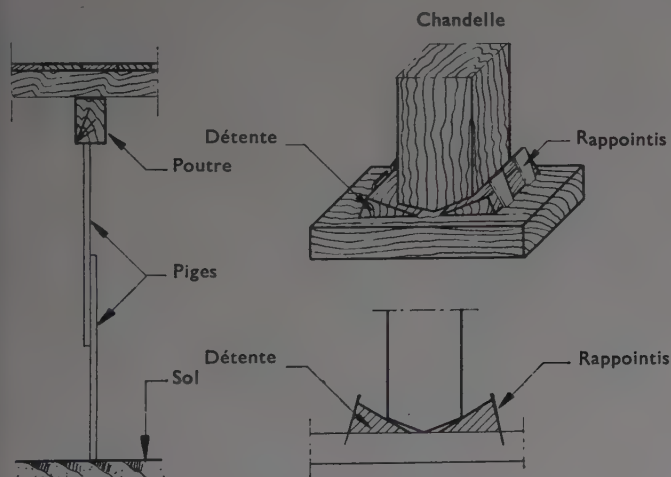


FIG. 11.

FIG. 12.

Ce type d'étalement présente un double risque : il est à craindre en effet, soit un défaut de stabilité de la chandelle formant quille qui peut avoir tendance à glisser, soit un manque de résistance de celle-ci qui peut avoir tendance à flamber si son équarrissage est un peu faible; aussi doit-on lui préférer le système des étais obliques que nous étudierons un peu plus loin.

b) Batterie d'étais verticale.

Un tel étalement est utilisé pour étayer un plancher, une voûte, un linteau. Considérons par exemple le cas

d'une batterie d'étais verticale destinée à étayer un plancher qui fléchit (fig. 13). Elle comprend un certain nombre d'étais presque verticaux dont les axes sont dans un même plan vertical. Une semelle ou couche haute est placée sous les solives, permettant de reporter la charge sur les étais. Ceux-ci viennent prendre appui sur une semelle ou couche basse qui répartit la charge sur le sol. Ce dernier doit être uni de façon que la couche basse s'y applique parfaitement. La mise en place des étais s'effectue comme il a été dit précédemment. Arrivés à leur position définitive ils sont bloqués par des détentes et des rappointis et solidarisés entre eux au moyen de moises hautes et basses et parfois en plus par des croix de Saint-André constituées les unes et les autres par des bastings.

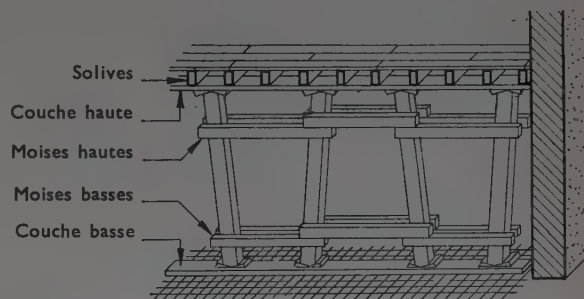


FIG. 13. — Batterie d'étais verticale.

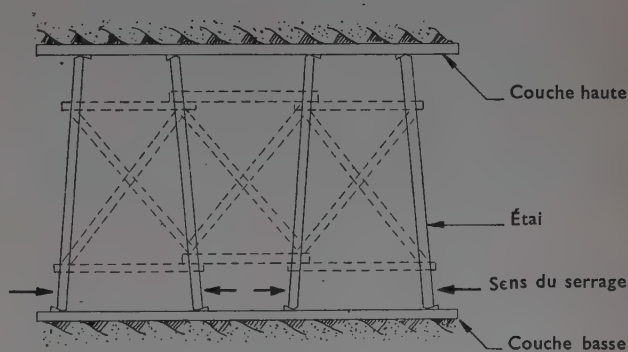


FIG. 14. — Batterie d'étais verticale.

Selon une règle donnée ci-dessus, dans un tel étalement les étais dans leur position définitive ne doivent pas être verticaux pour ne pas être perpendiculaires à la couche qui les reçoit, et leur inclinaison doit être contrariée (c'est-à-dire symétrique) de l'un à l'autre comme l'indique la figure 14, pour rester toujours en garde de charge afin de pouvoir être forcés de nouveau si cela était nécessaire.

c) Étais obliques.

Ce système d'étalement peut être utilisé pour soutenir en son milieu une poutre qui fléchit, ou près de son appui une poutre dont l'appui est constitué par un mur qui menace de s'écrouler, ou encore à une certaine dis-

tance de ses appuis une poutre encastree à ses extrémités dont la section est insuffisante pour résister aux moments d'encastrement.

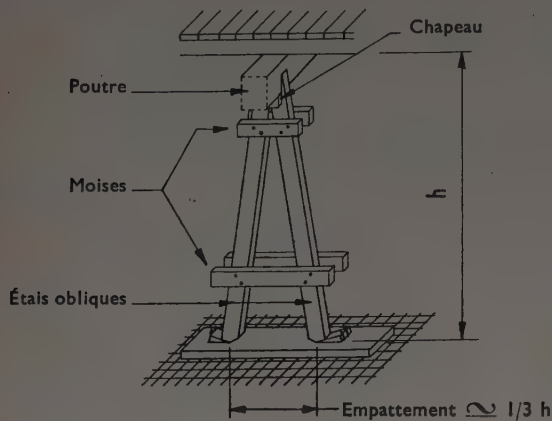


FIG. 15. — Étais obliques.

Un tel étaieement (fig. 15) est constitué par deux étais inclinés symétriquement par rapport au plan vertical passant par l'axe de la poutre à étayer. La tête des deux étais est entaillée de façon à former un large repos qui supporte la poutre par l'intermédiaire d'une épaisse pièce de bois formant *chapeau* dont le fil est *parallèle* au plan des axes des étais. Les pieds des étais sont taillés selon la règle indiquée précédemment et reposent sur une couche basse. L'empattement à adopter ou distance entre pieds des étais doit être d'environ *un tiers* ($1/3$) de la hauteur entre le sol et la poutre. Le tracé convenable de ces étais nécessite parfois une épure. Une fois définitivement en place les étais sont bloqués par des détentes et des rappointis et solidarisés entre eux par des *moises* hautes et basses fixées sur leurs côtés.

d) Grandes contrefiches.

L'étaieement dit à contrefiches est utilisé : 1°) soit pour contrebuter un mur qui, par suite d'une mauvaise construction et d'une poussée intérieure ou en raison d'une fondation défectueuse sur un terrain qui se tasse, vient à perdre son aplomb et menace ruine ou s'affaisse et se fend, 2°) soit pour empêcher les terres de glisser au bord d'une fouille (on entend par fouille les travaux de terrassement nécessaire à la construction des fondations d'un immeuble ou d'un ouvrage).

1°) Dans le premier cas il faut étayer le mur extérieurement; l'étaieement se compose (fig. 16 et 17) de plusieurs étais inclinés appelés *contrefiches* ayant pour rôle d'épauler la partie du mur qui s'écroule, en contrebutant la charge de maçonnerie qui pousse le mur au vide, c'est-à-dire en faisant reporter l'action de cette charge par l'intermédiaire des contrefiches sur le sol qui reçoit les couches basses de façon à neutraliser l'effet de cette charge sur le mur.

Dans ce but, la tête des contrefiches doit être placée un peu au-dessous des fissures, ou bien sous les charges imposées au mur par les planchers comme le montrent les figures. Cette tête des contrefiches passe dans une entaille

faite avec soin dans le mur et supporte la partie supérieure du mur et la charge des planchers par l'intermédiaire de couches hautes en bois dur intercalées entre la maçonnerie et les têtes des contrefiches.

Au pied, les contrefiches reposent sur une couche basse large et épaisse en bois dur qui doit porter sur un sol résistant et uni, et être inclinée convenablement pour permettre un serrage efficace des contrefiches.

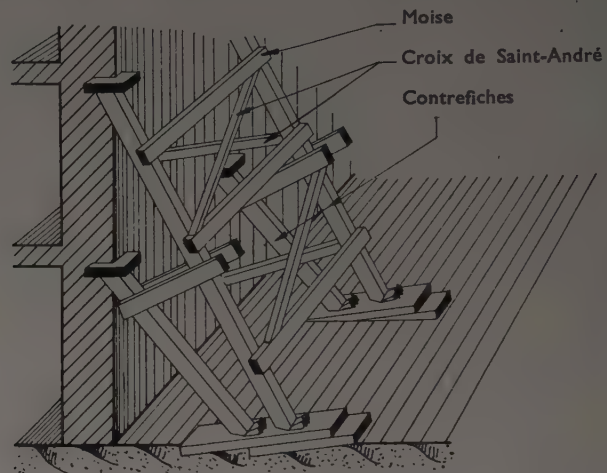


FIG. 16. — Batteries de grandes contrefiches.

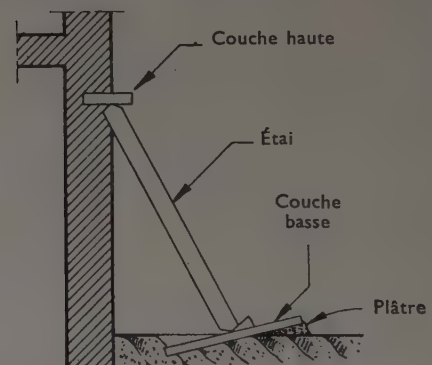


FIG. 17. — Grande contrefiche.

Les pinces ou faces de base des étais ou contrefiches sont exécutées selon les principes déjà indiqués plus haut : il faut dégager les faces de base avant et arrière de la quantité strictement nécessaire pour empêcher, d'une part, la face avant de talonner sur la semelle et pour permettre, d'autre part, d'engager fermement entre la semelle et la face arrière l'extrémité aplatie d'une forte barre de serrage en fer qui servira à faire avancer l'étais et à le mettre en charge.

Lors de la mise en place des contrefiches, il faut utiliser avec précaution la barre de serrage pour faire avancer les étais et les mettre en charge; il convient surtout d'éviter de frapper avec une masse sur les pieds des contrefiches, car les secousses qui en résulteraient pourraient provoquer la dégradation du mur. Les étais sont bloqués dans leur position définitive par des détentes et des rappointis.

Dans chaque *batterie* (c'est le nom donné à plusieurs contrefiches, dites aussi *brins*, portant sur une même couche basse) il faut bien se garder de placer les brins parallèles entre eux; ils doivent former au contraire des triangles, c'est-à-dire des figures géométriques indéformables. Il est bon, en outre, de solidariser les brins par des *moises*, afin d'éviter le flambage de ceux qui supportent des charges plus fortes que les autres. Lorsque la poussée au vide est localisée on fait converger les brins vers la tête; lorsqu'elle est généralisée on fait converger les brins vers les pieds.

Enfin, lorsque plusieurs batteries sont nécessaires, elles sont espacées suivant les besoins et reliées entre elles par de simples bastings horizontaux appelés généralement « moises », bien que constitués par un seul élément, ainsi que par des *croix de Saint-André*, pour solidariser l'ensemble et parer au flambage dans le sens transversal aux batteries. Si l'on doit étayer un angle sortant de bâtiment, on place une batterie sur chaque façade à une distance de 1 à 2 m de l'angle et une troisième batterie dans le plan bissecteur de cet angle dièdre.

2°) Dans le second cas, on garnit d'abord les parois de la fouille, soit par de fortes planches, soit par des dosses ou même des bastings placés horizontalement et plus ou moins jointifs suivant la nature du terrain. Ces éléments appelés *couchis* constituent le blindage des terres. Des couches verticales, sur lesquelles les têtes des batteries d'étais viendront buter, sont ensuite appliquées contre le blindage (fig. 18 et 19).

Le pied des contrefiches prend appui sur des couches basses convenablement inclinées. Ces dernières reposent parfois, lorsque le terrain est peu résistant, sur des *couchis* de petite longueur ayant pour but de répartir sur le sol les efforts transmis par les contrefiches. Enfin des détentes et des rappontis bloquent les étais en place et des moises les relient entre eux.

La principale difficulté rencontrée par le charpentier réside dans la pose des semelles basses qu'il doit incliner judicieusement vers l'élément ou l'ensemble à étayer d'après les possibilités d'appui et d'accrochage ⁽¹⁾ de ces

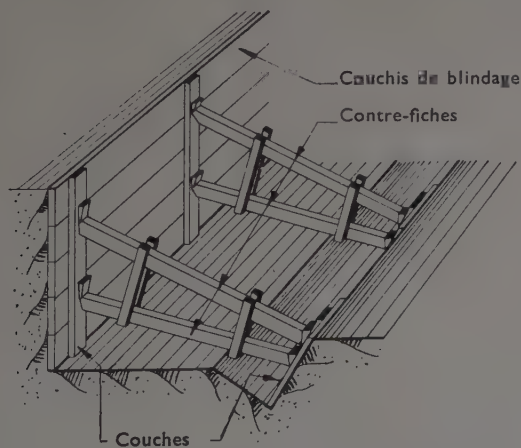


FIG. 18. — Batteries de grandes contrefiches.

⁽¹⁾ S'il est nécessaire on renforcera l'accrochage au sol par un lardis de clous à bateaux comme sur la figure 2 a.

semelles au sol pour éviter leur glissement (fig. 17 et 19); dans chaque cas qui se présente, il doit en effet incliner chaque semelle basse de manière que la poussée exercée sur l'étau soit reportée sur la semelle suivant une *direction* telle que cette semelle reste appuyée au sol et lui

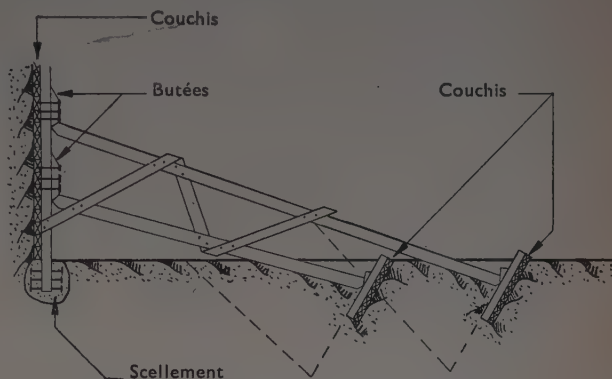
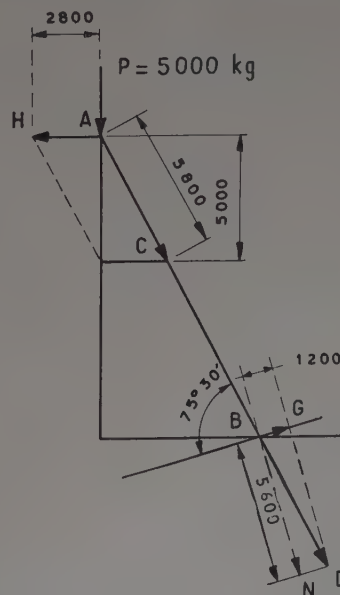


FIG. 19. — Batterie de grandes contrefiches.

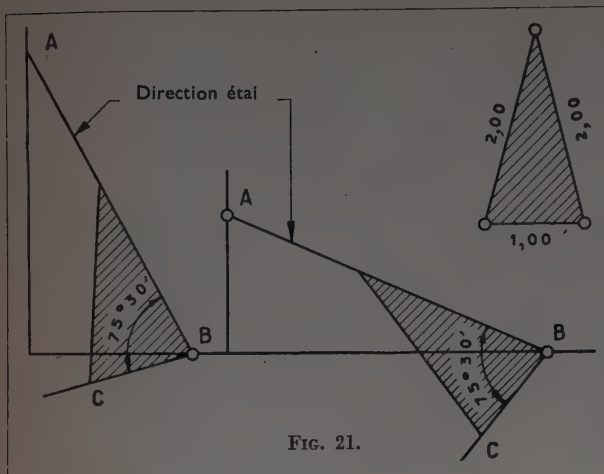
transmette l'effort AC ou BD qu'elle reçoit ⁽²⁾. Du fait de l'inclinaison de l'étau, cet effort se décompose en un effort BN normal au plan de la semelle et en un effort BG parallèle à ce plan ou « tangentiel » (fig. 20); il est facile de se rendre compte que, pour une même poussée, plus l'étau est incliné par rapport au plan de la semelle, plus



BG : Effort de glissement
BN : Effort normal sur la couche

FIG. 20.

⁽²⁾ Il est bon que le point d'application de l'étau soit sensiblement centré sur la semelle basse. Le mouvement de ce pied au cours des manœuvres de relevage ne devra pas sortir du domaine limité par le tiers central de la semelle, autrement dit avant mise en charge l'étau sera placé vers le tiers arrière et au cours de l'avancement il ne faudra pas dépasser le tiers avant, car on risquerait alors de voir la semelle se soulever de l'arrière.



l'effort tangentiel est grand; il en résulte la nécessité de disposer la semelle suivant une inclinaison telle qu'elle puisse absorber cet effort sans risque de glissement du pied de l'étau.

Pour déterminer l'angle d'inclinaison, à donner à la semelle sur la direction de l'étau, qui permettra à ce dernier de transmettre l'effort à la semelle sans cesser de rester en prise de charge, cette opération se faisant toujours sur le tas, il convient d'avoir à sa disposition une méthode simple. Voici celle que les charpentiers utilisent dans la pratique (fig. 21) : ils se servent à cet effet d'un gabarit constitué par trois tasseaux assemblés suivant les côtés d'un triangle isocèle dont la base formée par le petit côté a une longueur moitié de celle des grands côtés. Ceux-ci font avec la base un angle de $75^{\circ} 30'$ ⁽¹⁾ qui représente l'inclinaison de la semelle figurée par la base sur l'étau figuré par l'un des grands côtés. Pour construire ce gabarit on prendra par exemple une base de 1 m et des côtés de 2 m. Connaissant la direction à donner à l'étau, il suffira de disposer un des grands côtés du gabarit suivant cette ligne, comme le montre la figure, la base donnera la position de la semelle et son inclinaison. Il sera ainsi facile de mettre la semelle basse en place sans tâtonnement.

En ce qui concerne la position des semelles ou couches hautes (ou de tête), nous avons vu que deux situations peuvent se présenter :

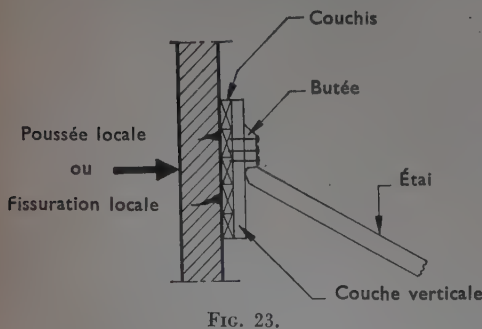
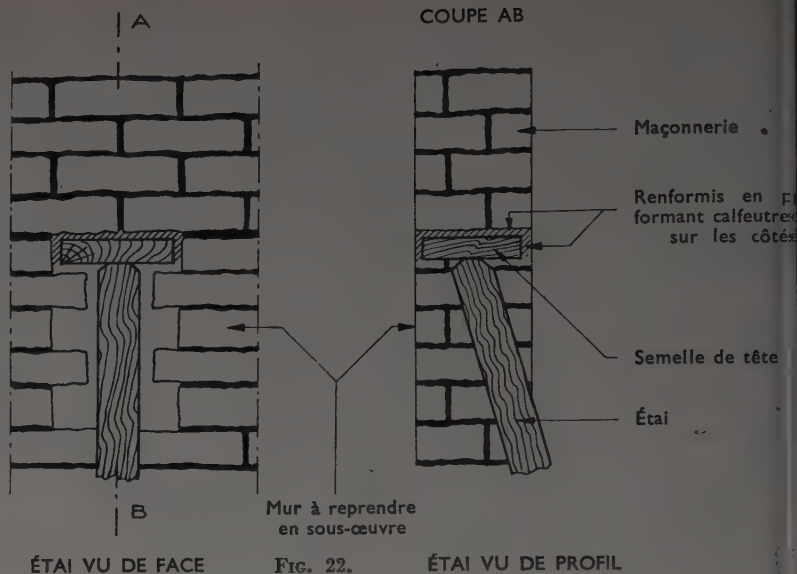


FIG. 23.

⁽¹⁾ Sous cet angle il n'y a pas lieu de craindre de voir le pied de l'étau glisser sur la semelle, autrement dit se « dérober ».



de tête horizontale fortement scellée (fig. 22) en ayant soin d'interposer entre la semelle de tête et la maçonnerie (et sur les côtés de cette semelle) un renformis en plâtre formant butée supplémentaire et calfeutrement sous le mur à soutenir.

Dans le second cas on a à pousser (à contrebuter) un talus en terre ou un mur qui menacent de s'effondrer ou de se renverser : on prévoira (suivant figure 23) une semelle ou couche verticale d'appui, si possible d'une seule longueur, posée contre d'autres couches disposées en travers (couchis) et, sur la couche verticale on fixera en bout de l'étau une forte butée pour empêcher l'étau de glisser sur cette couche.

e) Étais en chevalements.

Ce type d'étalement est employé lorsqu'il s'agit de pratiquer une large ouverture au rez-de-chaussée dans une façade pour y installer une devanture par exemple, ou bien d'effectuer une reprise de mur en sous-œuvre.

Les chevalements représentés sur la figure 24 doivent supporter la partie supérieure du mur de façade tout en laissant aux ouvriers assez de place pour exécuter leur travail qui consiste à ouvrir la baie d'une devanture. A l'angle de deux murs, la solution se présenterait de manière un peu différente (voir variante fig. 24 a).

Ce nom de chevalement est donné à un ensemble d'éléments disposés d'une manière analogue à ceux d'un tréteau ordinaire. Un chevalement se compose d'une longue pièce horizontale appelée *chapeau*, placée à la partie supérieure du chevalement et soutenue à chaque extrémité par un étalement oblique constitué par deux étais obliques inclinés symétriquement dont les têtes sont entaillées pour former un large repos sur lequel vient prendre appui l'extrémité du chapeau. Les pieds des étais sont taillés selon les règles habituelles et reposent sur une couche basse. Une fois les étais mis en charge dans leur position définitive, leurs pieds sont bloqués par des détentés, puis les deux étais inclinés symétriquement sont reliés aux pieds et en tête par des moises.

Là encore il est indispensable de s'assurer de la résistance du sol sur lequel porteront les couches basses. La plupart du temps, pour répartir sur une large surface du sol la forte pression transmise par les étais, il faut disposer entre le sol et la couche une série de couchis formant une plate-forme qui prend nom de *plate-forme*.

Pour donner plus de résistance au chapeau celui-ci est

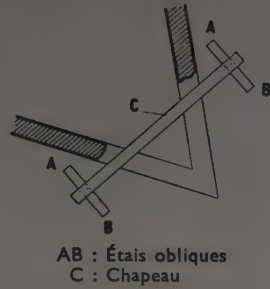


FIG. 24 a. — Projection schématique en plan d'un chevalement à un angle de mur.

parfois armé : il se compose alors d'une poutrelle dont l'âme est insérée entre deux pièces de bois ou de deux poutrelles entre les âmes desquelles la pièce de bois forme fourrure; la liaison de l'ensemble est assurée par des boulons disposés sur la longueur (fig. 24 b).

Lorsque le charpentier effectue un tel travail d'étalement, il doit *étréssillonner* les baies de l'étage supérieur situées à l'aplomb du chevalement, comme il est indiqué sur la figure 24, pour s'opposer à tout mouvement de la maçonnerie capable de déformer les jambages. En effet, pendant les travaux, le vide de ces baies pourrait favoriser dans le mur la production de déformations qui risqueraient de provoquer des fentes ou des lézardes.

Détail I. — Mur de façade dans lequel on doit ouvrir une large baie au rez-de-chaussée (la fenêtre du premier étage est *étréssillonnée*) :

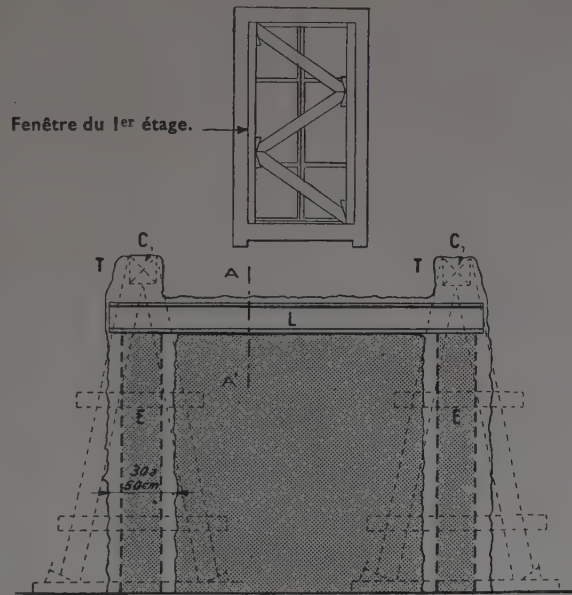
Première phase. — On perce deux trous rectangulaires T à travers lesquels on fait passer les chapeaux C de deux chevalements que l'on met en place pour soutenir la partie supérieure du mur.

Deuxième phase. — On démolit le mur sur une largeur de 30 à 50 cm au droit de chaque chevalement et on y construit les piles E qui supporteront le linteau L de la baie (si le mur est suffisamment résistant pour supporter les charges que transmettra le linteau il suffit de tailler la pierre du mur).

Troisième phase (détail II). — On fait une saignée longitudinale de la demi-épaisseur du mur sur une face de celui-ci, à l'emplacement du futur linteau, on y encastre une poutrelle P reposant sur les assises supérieures des piles E et on garnit l'entaille faite dans le mur au-dessus de ce premier fer, pour caler la maçonnerie qui est au-dessus.

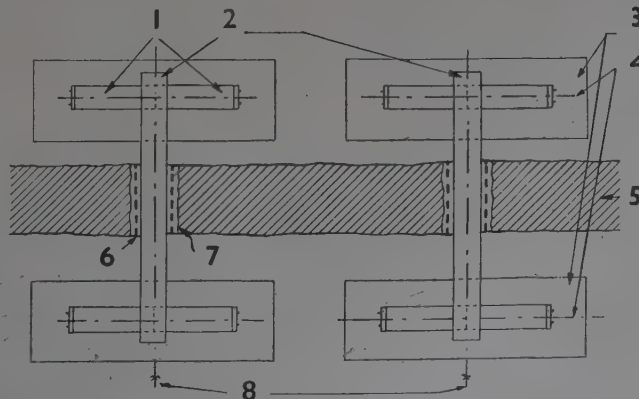
Quatrième phase (détail III). — On fait une saignée semblable sur l'autre face, on y encastre une poutrelle P'; on solidarise les deux poutrelles P et P' en place par des boulons de distance en distance, on pose des carillons c sur les ailes inférieures de ces poutrelles et on remplit le vide entre poutrelles par un coulis de ciment ou de plâtre. Il ne reste plus qu'à démonter les chevalements, reboucher les trous de passage des chapeaux et démolir le mur au-dessous des poutrelles formant linteau, pour créer l'ouverture.

DÉTAIL I. — Vue en élévation de la façade.
(chevalements de profil en tireté)

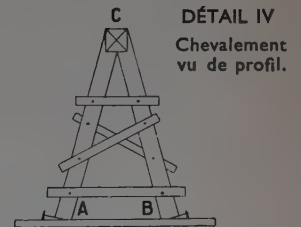
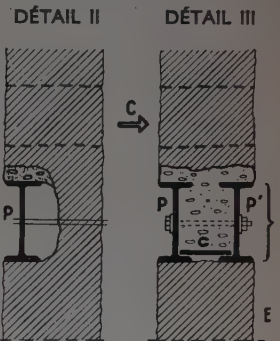


Grisé central : partie à démolir. Grisés latéraux E : piles à construire.

DÉTAIL I. — Vue en plan.



Coupes suivant AA'



A B : Les deux étais solidarisés par des moises et des croix de Saint-André;
C : Chapeau.

1. Étais obliques;
2. Chapeaux;
3. Semelles basses;
4. Axe des étais obliques;
5. Mur;
6. Pile;
7. Trou pour passer le chapeau;
8. Axes des chevalements.

FIG. 24. — Étais en chevalements.

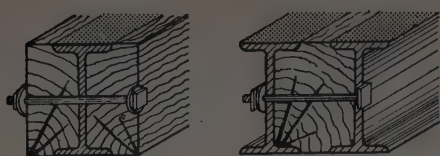


FIG. 24 b.

Ce travail d'étrésillonnement s'effectue en plaçant deux *couches verticales* contre les jambages ou piédroits des ouvertures, et en les coinçant contre les jambages par des pièces de bois disposées en zigzag que l'on appelle *étrésillons*. Ces derniers sont taillés aux extrémités comme les pieds des étais, de façon à présenter une arête passant par l'axe de l'étrésillon.

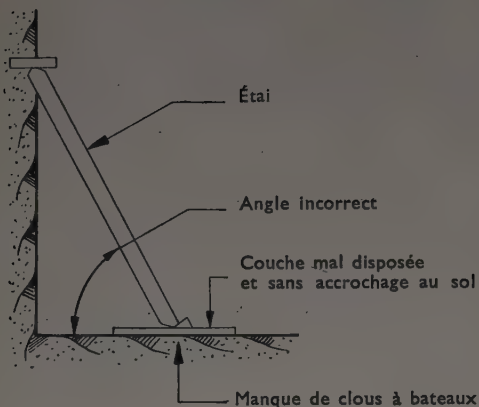


FIG. 25. — Dispositions à éviter.

f) Dispositions à éviter.

Il convient de souligner l'importance de la question des étalements. Trop peu de charpentiers pratiquent encore correctement l'art de bien étayer et la plupart des ouvriers qui se chargent de poser des étais mettent en œuvre des étalements et notamment des batteries de contrefiches qui ne rendent aucun service et risquent de provoquer de graves accidents du fait de mauvaises assises. Celles-ci sont souvent constituées par des semelles basses mal posées (angles de $75^{\circ} 30'$ à respecter des étais ou contrefiches sur les semelles basses) et mal accrochées ou sans accrochage au sol (manque du lardis de clous à bateaux) (fig. 25); dans de telles conditions des étais et des contrefiches ne peuvent permettre ni de soutenir, ni de relever des charges.

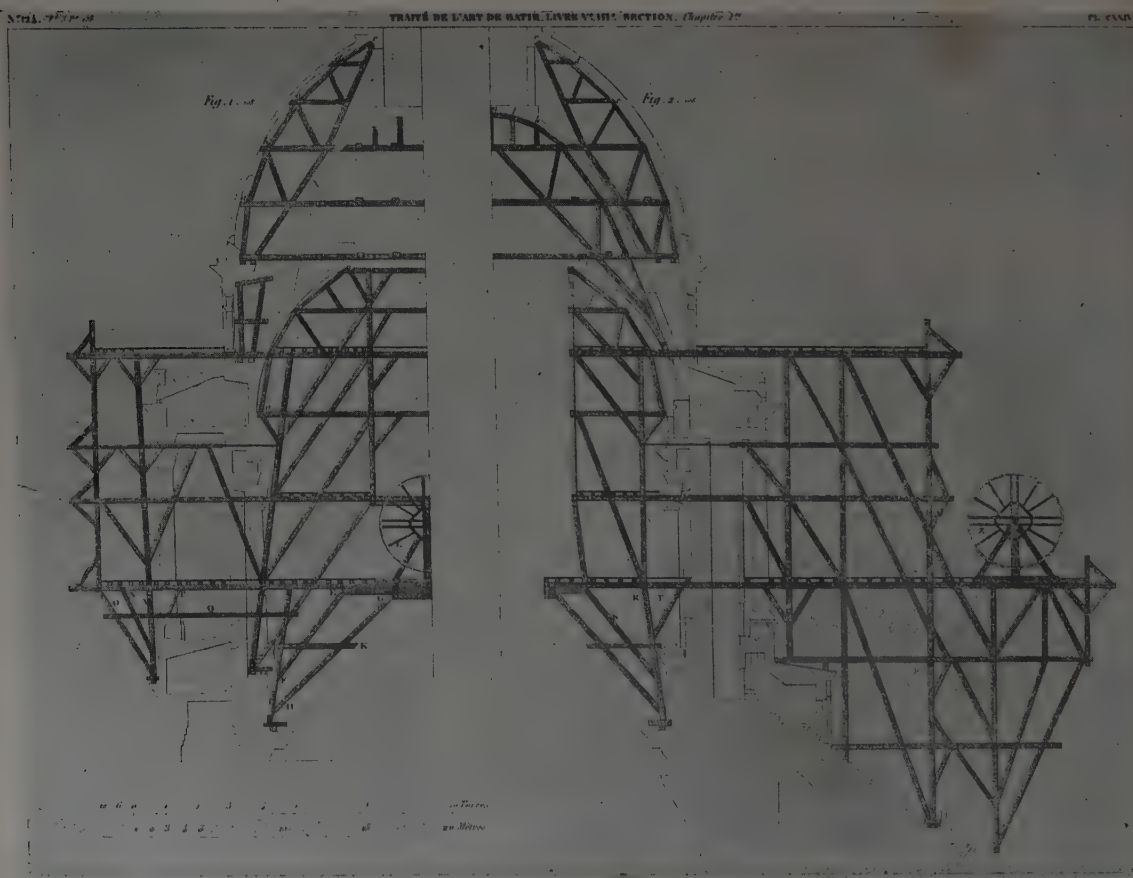


FIG. 26 a. — Étalements du Dôme du Panthéon (restauration de 1798 à 1800, d'après RONDELET).

D. — ÉTAIEMENTS CÉLÈBRES

L'étalement du dôme de l'église Sainte-Geneviève, aujourd'hui dénommée le Panthéon ⁽¹⁾, restera célèbre dans les annales de la construction.

Lorsqu'après avoir débarrassé l'intérieur du monument des échafaudages ayant servi à sa construction, des ouvriers supprimèrent à grands coups de masses des blocs de pierres dures qui avaient servi de support à des cadres et étaient devenus sans objet, il en résulta un ébranlement sous l'action duquel un affaissement du dôme s'amorça et des ruptures apparurent sur les parements des piliers.

RONDELET fut chargé de construire les étalements

(1) Ce monument avait été bâti par l'architecte SOUFFLOT pour servir d'église et dédié à Sainte Geneviève, patronne de Paris.

(fig. 26 a), destinés à supporter la plus grande partie de la charge du dôme pendant la restauration des piliers. Jugeant des pièces de bois isolées insuffisantes pour supporter une telle charge, il constitua les cintres d'étalement et leurs piédroits avec des pièces composées jointives fortement reliées par des moises et des boulons (fig. 26 b).

Dès que les étalements furent en place, les progrès des dégradations, si alarmants et si rapides auparavant, parurent s'arrêter entièrement.

Entre temps, des critiques ayant été exprimées concernant l'insuffisance de résistance des piliers du dôme, RONDELET, après avoir achevé la restauration des piliers, fit reporter la charge du dôme sur de nouveaux points d'appui sans altérer la belle ordonnance de l'édifice. Le temps est venu confirmer la pleine réussite de ces travaux.

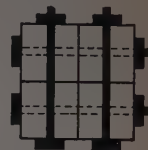


Fig. 26 b.

II. — BUTONNAGES

GÉNÉRALITÉS

Si des pièces, destinées à transmettre une poussée d'un point à un autre, sont de forte section et ont une direction voisine de l'horizontale, on les appelle communément *butons* au lieu d'« étais ». Ces butons sont établis pour s'opposer au mouvement de murs de soutènement, piles de ponts, voûtes, parois de grandes fouilles, etc. Les précautions à prendre sont les mêmes que celles dont il a été question pour les étais :

— Prévoir des semelles en bois dur d'une inclinaison judicieuse pour permettre un coincement efficace;

— Choisir avec soin le point d'application du bouton et sa direction.

Comme il s'agit d'ouvrages de fortes dimensions et que les forces en jeu sont importantes, on ne peut, comme pour les étalements courants, s'en rapporter au seul bon sens du charpentier. Un calcul préalable, avec études à l'appui, est toujours nécessaire. On détermine la valeur des forces en présence et leur direction pour en déduire la direction et les sections des pièces de charpente à poser.

Les butons d'un même système seront solidarisés par des pièces secondaires de liaison et de contreventement pour réduire les longueurs de flambement.

Les butons étant des pièces comprimées longitudinalement seront constitués, de préférence, par des grumes. On veillera à ne pas introduire de flexions parasites en centrant bien les efforts aux extrémités et en prévoyant des pièces de soutien limitant les moments de flexion dus

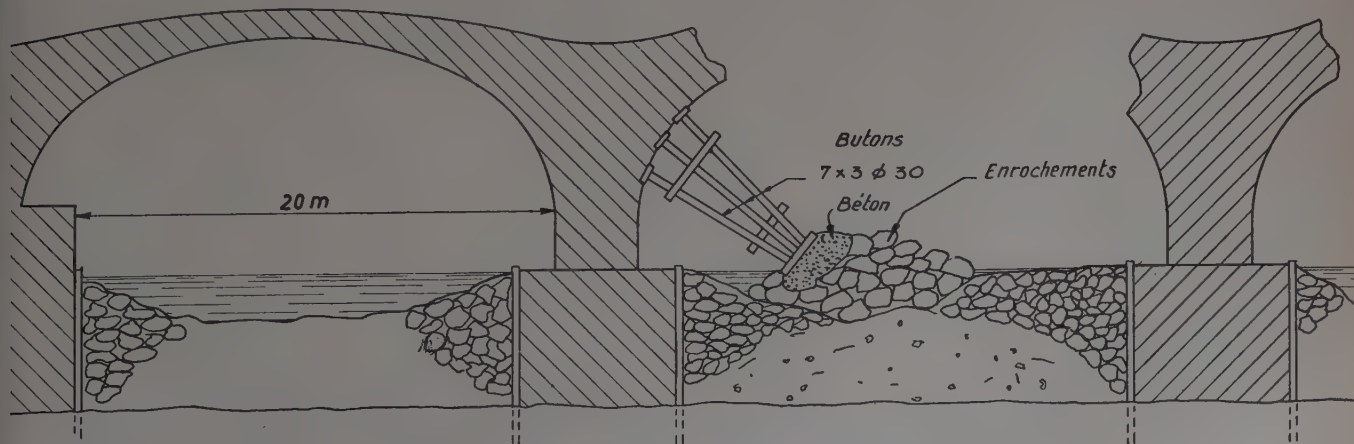


FIG. 27. — Butonnage d'une arche non détruite.

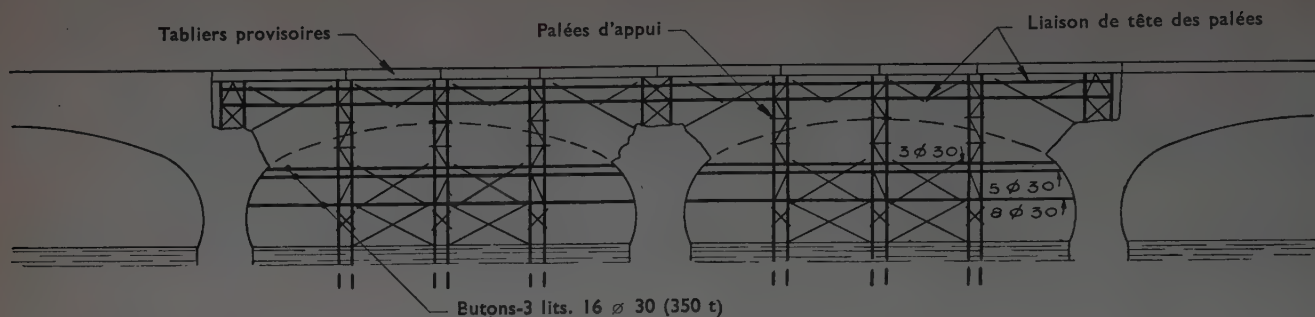


FIG. 28. — Viaduc de Maisons-Laffitte S. N. C. F. (1941).
Schéma des palées du pont provisoire et du butonnage.

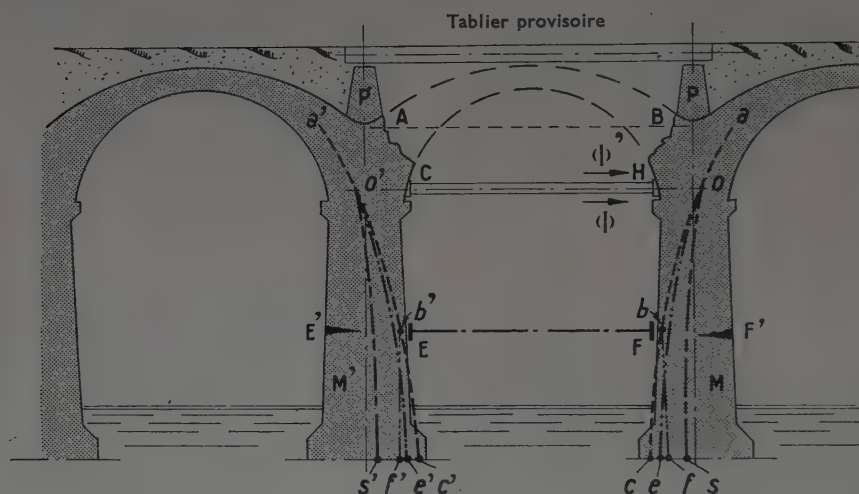


FIG. 29. — Position à donner à un buton.

au poids propre. Noter qu'une courbure appropriée du buton peut être favorable puisque, par effet de voûte, elle compensera le moment de flexion dans le milieu de la portée.

La S. N. C. F., au cours des reconstructions de 1940-1946, a souvent établi des butons pour contenir les poussées des voûtes d'ouvrages partiellement détruits en attendant leur remise en état. Pour les grands ouvrages (40 à 60 m, voir figure du cintre de Tarascon) ⁽¹⁾, on eut recours au béton armé, mais pour les petites et moyennes portées on a surtout utilisé le bois en grume (fig. 27).

Les butons s'appuyaient parfois sur les palées intermédiaires de soutien des cintres de reconstruction (figure du pont du Mée) ⁽²⁾ ou sur les palées supportant les ponts provisoires en service remplaçant la voûte détruite (fig. 28). Dans ce dernier cas, le rôle des butons était évidemment essentiel puisqu'il assurait la stabilité des voûtes adjacentes lors du passage des surcharges.

POSITION A DONNER AUX BUTONS

Dans tous les cas le calcul des poussées et le tracé de plusieurs épreuves de stabilité ont été nécessaires pour déterminer judicieusement la position des butons et leur section.

Soit, par exemple, figure 29, la voûte détruite AB et une première courbe des pressions *abc*, tracée compte tenu de la poussée de la voûte voisine et du poids de la pile. L'équilibre se révèle donc très précaire. Grâce à quelques zones tendues et à des causes diverses, la pile ne s'est pas renversée, mais il faut butonner pour parer à un effondrement possible qui pourrait d'ailleurs se propager, de proche en proche, à toutes les arches.

Un buton en AB serait placé trop haut; en EF il serait placé trop bas et ne constituerait qu'un premier secours, car la courbe des pressions ne serait déviée qu'à partir de ce niveau : de *bc*, elle viendrait en *bf*, par exemple, et resterait en *b* trop près de la face de la pile avec risque de fissuration en *F'*.

⁽¹⁾ Voir dans fascicule M. C. B. 3 (Les Cintres en Bois pour ouvrages d'art) figure page 14, coupe transversale AA.

⁽²⁾ Voir dans fascicule M. C. B. 3, figure page 4, élévation.

CALCUL DES BUTONS

Supposons qu'une force horizontale Φ de 5 t appliquée en H (pour une tranche de 1 m) ramène la ligne des pressions de *abc* en *aoc* et soit considérée comme suffisante pour sauvegarder l'équilibre sous poids mort.

Dans cette première hypothèse, une grume de diamètre $D = 30$ cm disposée tous les 1 m, donnerait :

$$\Omega = 7,07 \text{ dm}^2; \quad I = \Omega \rho^2; \quad \rho = \frac{r}{2}; \quad I = \frac{\Omega r^2}{4}; \quad v = r;$$

(Ω étant la section, I le moment d'inertie, r le rayon et ρ le rayon de giration de la section du buton);

d'où :

$$\frac{I}{v} = \frac{\Omega r}{4} = 707 \times \frac{15}{4} = 2\,650 \text{ cm}^3.$$

Si le poids du buton par mètre (y compris contreventement) est : $p = 60$ kg et la longueur libre de flambement : $L_f = 10$ m,

d'où :

$$\frac{L_f}{D} = \frac{10}{0,3} = 33,$$

et avec

$$m = 1, \quad K = 0,23 \text{ (')} \quad \text{et} \quad \frac{1}{K} = 4,25,$$

la contrainte de compression aura pour valeur :

$$R = \frac{\Phi}{\Omega} \times \frac{1}{K} + \frac{p L_f^2}{8 \frac{I}{v}} = \frac{5\,000}{707} \times 4,25 + \frac{60 \times 10^2 \times 100}{8 \times 2\,650} = 30 + 28 = 58 \text{ kg/cm}^2.$$

Supposons maintenant que l'on veuille disposer un tablier provisoire permettant le franchissement de la travée détruite. Son poids ne devra pas accentuer le déséquilibre des piles. Pour cela, on disposera les pilettes P suivant l'axe des piles, ou mieux, on les déportera légèrement vers les arches conservées. Soit 12 t la valeur de la force antagoniste Φ' à appliquer en H pour ramener la courbe des pressions dans une position acceptable *aos*,

compte tenu de la poussée due au poids mort et à la surcharge sur la voûte; le même buton de diamètre 30 cm accuserait une contrainte de :

$$\frac{\Phi'}{\Omega} \times \frac{1}{K} + 28 = \frac{12\,000}{707} \times 4,25 + 28 = 72,5 + 28 = 100,5 \text{ kg/cm}^2,$$

taux trop élevé.

Un buton de 35 cm de diamètre D et de poids propre $p' = 72$ kg/m donnera :

$$\Omega = 960 \text{ cm}^2; \quad \frac{I}{v} = 960 \times \frac{17,5}{4} = 4\,200 \text{ cm}^3,$$

$$\frac{L_f}{D} = \frac{10}{0,35} = 28,5; \quad \text{d'où avec } m = 1; \quad K = 0,28 \text{ et } \frac{1}{K} = 3,56.$$

Moment fléchissant dû au poids propre :

$$M = \frac{p' L_f^2}{8} = \frac{72 \times 10^2}{8} \times 100 = 90\,000 \text{ kgcm}.$$

Contrainte de compression :

$$R = \frac{\Phi'}{\Omega} \times \frac{1}{K} + \frac{M}{\frac{I}{v}} = \frac{12\,000}{960} \times 3,56 + \frac{90\,000}{4\,200} = 44,50 + 21 = 65,50 \text{ kg/cm}^2.$$

Dans les ouvrages de ce genre, il ne faut pas oublier non plus de se rendre compte des *déformations élastiques* nécessaires pour obtenir la mise en charge.

Pour une compression moyenne de 45 kg/cm² avec un coefficient d'élasticité $E = 100\,000$ hpz on a, en effet, un raccourcissement de : $\frac{45}{100\,000} \times 10 = 4,5$ mm sur un buton de 10 m de longueur.

Pour mettre en charge une pièce longue, on peut avoir recours à des vérins, ce qui permet d'*étalonner l'effort* de butée introduit tout en *résorbant la déformation élastique* correspondante de la pièce formant buton (la question des vérins sera traitée dans un prochain fascicule relatif aux appareils de montage et de levage).

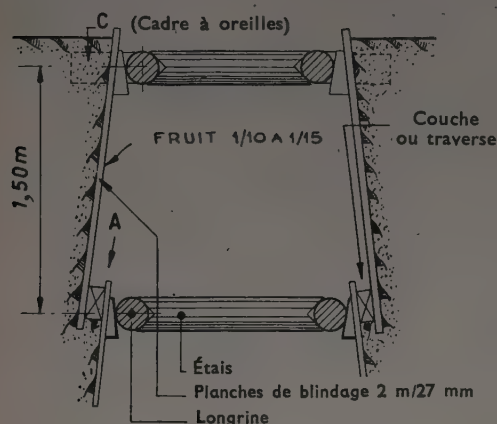
(') Le tableau figurant à l'article 8 de la norme P 21202 (Règles d'utilisation du bois dans les constructions. Règles de calcul. Exécution des assemblages) donne les valeurs du coefficient K de la formule de RANKINE correspondant aux différentes valeurs de $\frac{L_f}{D}$ et de m ($m = 1$, pour une pièce dont les deux extrémités sont articulées).

III. — BLINDAGES DE FOUILLES

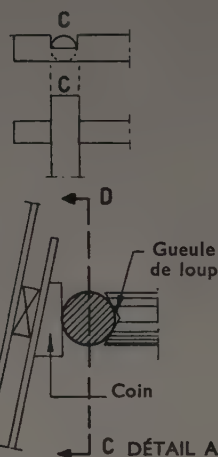
GÉNÉRALITÉS

Un blindage de fouille, qu'il s'agisse d'une tranchée ou d'un puits, doit être établi avec méthode et avec soin.

On pose d'abord un premier *cadre* sur le sol (*cadre à oreilles*) et entre la *longrine* et le terrain, on enfonce à la masse la première batterie de *planches de blindage* (fig. 30).



Détail du cadre à oreilles



COUPE DC DU DÉTAIL A

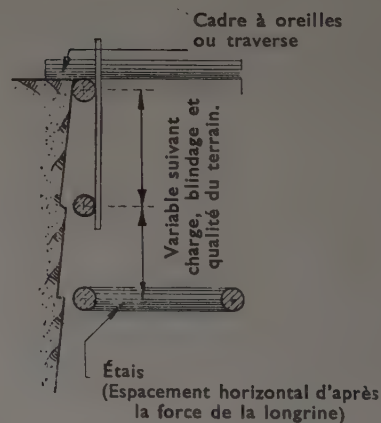
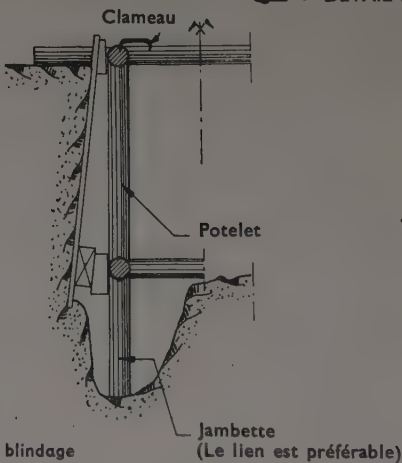
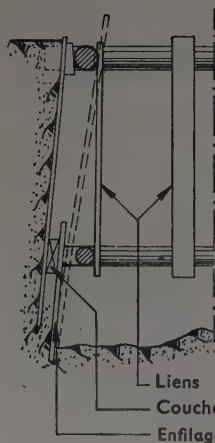
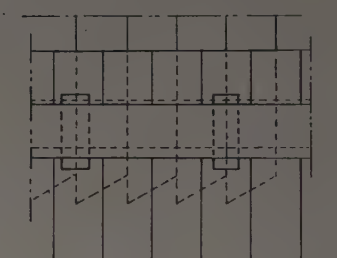


FIG. 30. — Blindage de puits et de tranchée.

Quand la fouille atteint le niveau prévu pour le deuxième cadre, celui-ci est posé et suspendu au cadre supérieur à l'aide de *liens* (ou soutenu par *jambettes*), puis calé contre les *couches*, pièces horizontales appliquées contre la base des planches. Une nouvelle batterie de planches est alors enfilée en biais, comme indiqué au croquis, ces planches étant coincées entre la couche et la *longrine*, au fur et à mesure de leur enfouissement et de l'approfondissement de la fouille.

On descend ainsi d'étage en étage. Pour une fouille très profonde et très large, comme celle de la figure 31, le procédé est le même.

Un blindage doit résister à la *poussée des terres* qui augmente avec la profondeur. Pour les fouilles courantes, peu profondes, la tradition, l'expérience et le bon sens des boisiers dispensent de toute étude spéciale.

Il n'en est pas de même si la fouille est importante et profonde. Une étude et des calculs sont alors indispensables.

Les *poussées* sont calculées suivant les méthodes particulières à ce genre d'efforts; si, à proximité des fouilles, le sol est surchargé (terre-plein, dépôt de matériaux, fondations d'immeubles, chaussées, voies ferrées, etc.), il ne faut pas omettre d'en tenir compte.

La poussée q à considérer par mètre carré de paroi à une profondeur h a pour valeur :

$$q = A dh,$$

expression dans laquelle : d est la densité de la terre (1,6 à 1,8 t), et A un coefficient dépendant de la nature

du terrain et généralement de l'angle Φ présumé de son talus naturel.

Voici, à titre d'exemple, les coefficients utilisés couramment (d'après RÉSAL) :

Pour $\Phi = 45^\circ$ et paroi de fouille verticale. $A = 0,130$ (bon terrain);

Pour $\Phi = 35^\circ$ et paroi de fouille verticale. $A = 0,214$ (sable).

A 3 m de profondeur, un blindage a donc à supporter par mètre carré une poussée q ayant pour valeur :

$$(1) q = 0,130 \times 1,6 \times 3 = 0,6 \text{ t (pour } \Phi = 45^\circ)$$

et pour $\Phi = 35^\circ$:

$$(2) q = 0,214 \times 1,6 \times 3 = 1 \text{ t}$$

Si près de la fouille existe une surcharge du terrain de 1 t/m^2 (assimilable à une hau-

teur de terre de $\frac{1}{1,6} = 0,6 \text{ m}$,

la poussée q à la même profondeur que ci-dessus (3 m) aura pour valeur :

Pour $\Phi = 45^\circ$:

$$q = 0,130 \times 1,6 \times 3,6 = 0,750 \text{ t,}$$

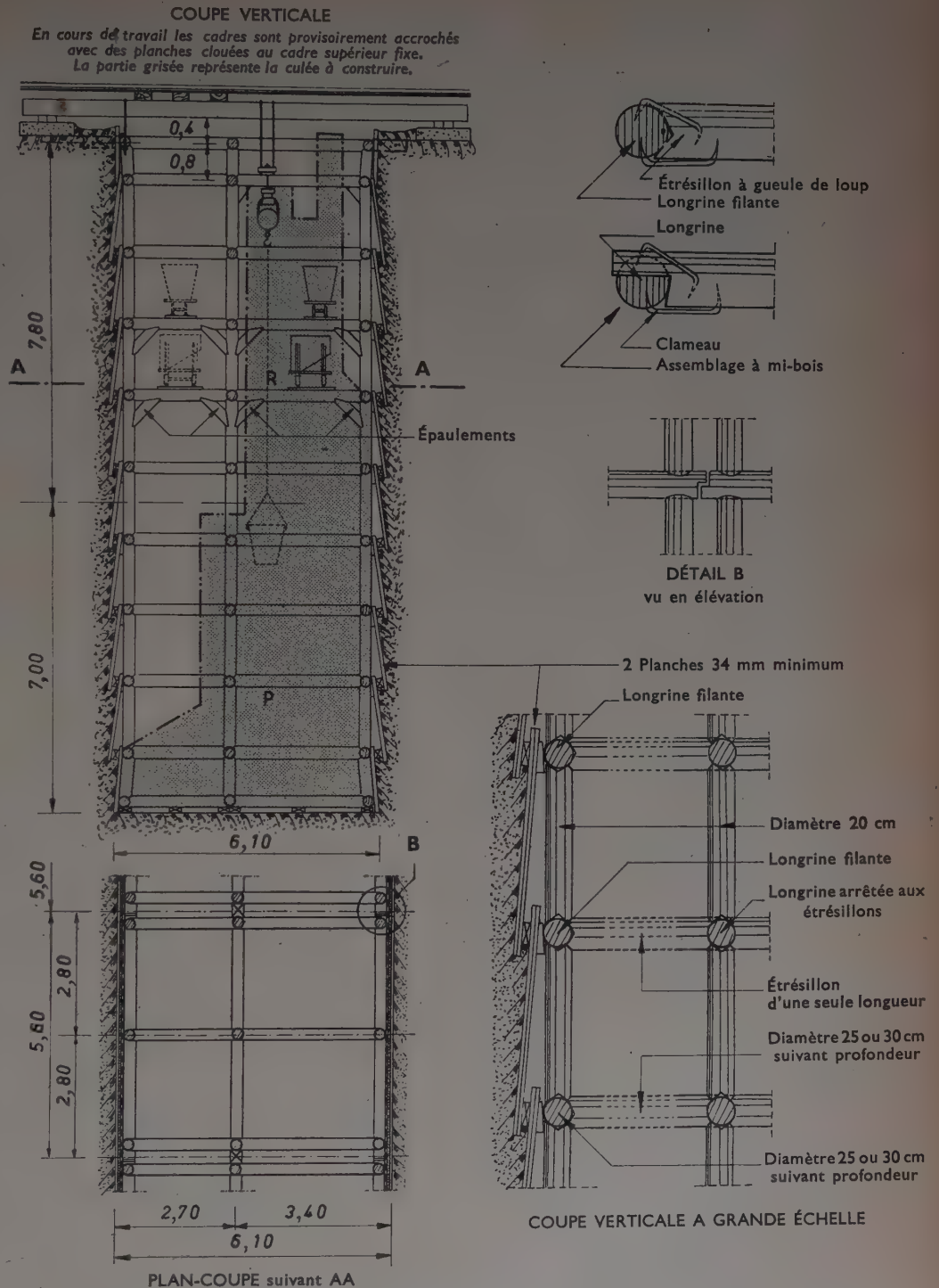
et pour $\Phi = 35^\circ$:

$$q = 0,214 \times 1,6 \times 3,6 = 1,23 \text{ t.}$$

CALCUL DES ÉTRÉSILLONS

Dans une grande fouille, telle que celle de la figure 31 (Révolte), les lisses (ou longrines) sont calculées sous des forces horizontales, comme le seraient, sous des forces verticales, les solives d'un plancher. Les butons (appelés aussi étrésillons ou étais) recevant les poussées transmises par les lisses sont calculés comme des pièces comprimées longitudinalement. Des potelets et lisses intermédiaires assurent la fixité des pièces principales et s'opposent au flambement des butons.

En réalité c'est la solidité des butons qui importe le plus, car la terre forme voûte d'un buton à l'autre, ce qui soulage les lisses et les blindages.



A titre d'exemple, si nous prenons le buton P de la figure qui est à 13 m de profondeur dans le sol et si l'on considère une surcharge du terrain de 4 t/m^2 (assimilable à 2,5 m de terre), avec $\Phi = 45^\circ$, $q = 15,5 \times 0,130 \times 1,6 \text{ t} = 3,200 \text{ t/m}^2$; chaque buton

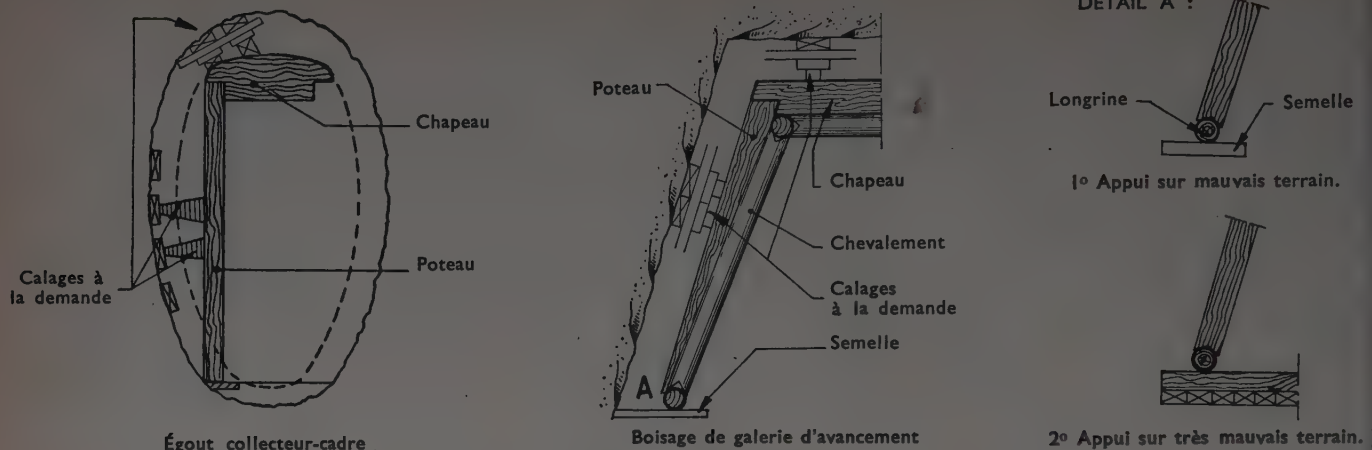


FIG. 32. — Blindage de galerie et de collecteur.

(de diamètre $D = 30$ cm et de section $\Omega = \pi \times 15^2 = 707$ cm²) intéressant une surface maximum de : $2,5 \times 1,6 = 4$ m², devra pouvoir résister à une force : $F = 4 \times 3,2 = 12,8$ t.

Avec les potelets intermédiaires, sa longueur de flambement L_f est de 3 m :

$$\frac{L_f}{D} = \frac{3}{0,3} = 10^{(1)}, \quad m = 1, \quad K = 0,76 \quad \frac{1}{K} = 1,315.$$

Contrainte théorique :

$$R = \frac{F}{\Omega} \times \frac{1}{K} = \frac{12\,800}{707} \times 1,315 = 24 \text{ kg/cm}^2$$

en négligeant le poids du buton ($p = 40$ kg/m).

En l'absence de potelets et liaisons intermédiaires, la longueur libre L_f serait de 5 m, d'où :

$$\frac{L_f}{D} = \frac{5}{0,3} = 16,6$$

et avec :

$$m = 1, \quad K = 0,535 \quad \text{et} \quad \frac{1}{K} = 1,87;$$

(¹) Voir note du renvoi (¹) au bas de la page 14.

mais :

$$\frac{I}{v} = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{\Omega r}{4} = 707 \times \frac{15}{4} = 2\,651 \text{ cm}^3;$$

d'où la contrainte :

$$R = \frac{F}{\Omega} \times \frac{1}{K} + \frac{p L_f^2}{8 \frac{I}{v}} = \frac{12\,800}{707} \times 1,87 + \frac{40 \times 5^2 \times 100}{2\,651 \times 8} = 34 + 4,7 = 38,7 \text{ kg/cm}^2,$$

compte tenu du poids du buton.

Si le buton était appelé, en outre, à porter d'autres charges, des wagonnets de terre (comme les butons R), par exemple, il faudrait, bien entendu, en tenir compte.

Si la fouille est un puits de section carrée ou rectangulaire peu allongée, la terre formant voûte sur les quatre faces, la poussée est très réduite. Au delà d'une certaine profondeur, cette poussée n'augmente plus.

De même, au delà d'une certaine profondeur, un boisage de galerie souterraine (fig. 32) aura des caractéristiques constantes fixées surtout par l'expérience (c'est le cas des galeries de mine). La terre, formant ogive au-dessus de la galerie, supporte, en effet, les couches sus-jacentes sans charger le boisage.

Dans les boisages de fouilles et galeries, on utilise des grumes de divers diamètres. Les assemblages sont à gueule de loup, coins et clameaux.

IV. — ÉCHAFAUDAGES

A. — GÉNÉRALITÉS

On entend par échafaudage l'œuvre de charpente provisoire établie soit pour servir à élever, réparer ou déposer des constructions, soit pour former des ossatures destinées à supporter des tribunes ou des gradins d'amphithéâtres à l'occasion de cérémonies ou de fêtes publiques, soit enfin pour permettre de déplacer et barder vers leur

emplacement définitif des ouvrages construits préalablement et très lourds tels que machines, constructions monolithes diverses, statues, cheminées d'usines, etc.

Le plus souvent l'objet d'un échafaudage est de donner la possibilité de disposer des planchers provisoires à des hauteurs convenables pour permettre aux ouvriers d'y stocker à leur portée les matériaux dont ils ont besoin, d'y recevoir le matériel et les agrès nécessaires à leurs tra-

vaux et d'exécuter ceux-ci sans fatigue exagérée. Fréquemment les échafaudages ont également pour but de supporter des coffrages permettant la mise en œuvre des maçonneries de béton et les soutenant durant la prise, ou encore de donner des points d'appui momentanés à des éléments mis en place et non encore assemblés à l'ensemble de la construction pour faciliter la bonne exécution de cette construction.

A ces objets différents correspondent trois sortes d'échafaudages :

— Les échafaudages *adhérents* qui sont liés à la construction (*échafaudages butés ou scellés*);

— Les échafaudages *indépendants* (ou *échafaudages isolés*), c'est-à-dire qui sont stables par eux-mêmes tout en soutenant de lourdes charges;

— Et les échafaudages *mobiles* (ou *échafaudages roulants*), qui peuvent se déplacer grâce à des galets de roulement.

La construction des édifices en pierre du Moyen Age, comme les tours et les donjons, n'a pas nécessité des échafaudages bien compliqués. Il suffisait de laisser dans leurs murs épais des trous dits trous de *boulins*, ces trous se trouvant deux par deux sur une même verticale et les verticales de ces doubles trous étant espacées de 3 m en 3 m environ. L'échafaud formait une console en bois (fig. 33) et se composait de : deux boulins que l'on scellait dans les deux trous de la même verticale, un montant, une contrefiche, un chapeau ou barre basse qui était lié à deux potelets de butée venant prendre appui contre la face extérieure du mur; de façon à soutenir la bascule, la barre basse et les potelets de butée étaient réunis par deux croisillons croisés entre eux et liés l'un à l'autre. Le

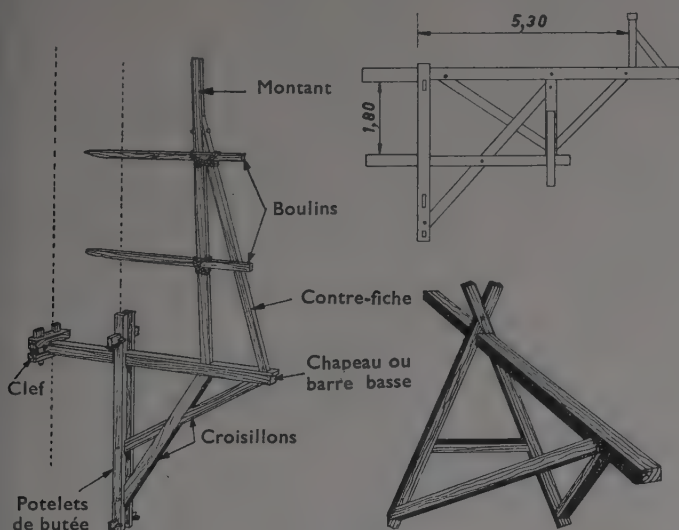


FIG. 33.

FIG. 33 bis. — Échafauds en potence d'après Viollet-le-Duc.

plus souvent le chapeau traversait le mur et on l'agrafait à l'intérieur sur des clés en bois dur pour l'empêcher de se *déboîter* de sa portée.

Modifié et complété, étudié dans chaque cas particulier de manière à faire passer les chapeaux à travers les ouver-

tures des édifices, cet échafaudage en encorbellement a servi à l'édification des cathédrales et de leurs clochers. VIOLLET-LE-DUC lui-même en a repris le principe (fig. 33 bis).

Les charpentiers d'autrefois avaient à leur disposition deux types d'échafaudages :

1° L'échafaudage en bascule (fig. 34) que l'on déplace en hauteur à mesure de l'élévation des maçonneries en scellant les éléments de soutien (*liernes* ou *boulins*) dans des trous laissés dans les murs (cet échafaudage servait surtout aux ouvriers, les matériaux étaient montés à l'intérieur de la construction).

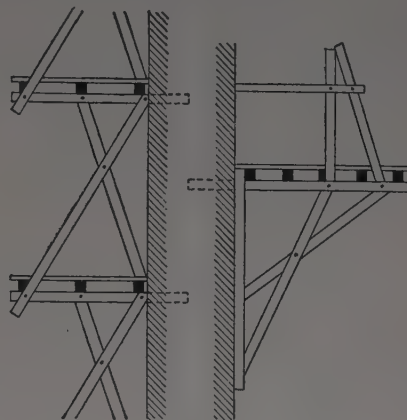


FIG. 34. — Échafaudages en bascule.

2° L'échafaudage incliné, dont le pied repose sur le sol et la tête s'appuie contre une maçonnerie déjà exécutée; aux endroits fragiles la maçonnerie était protégée contre la butée de l'échafaudage par des sacs de paille; ce genre d'échafaudage d'ailleurs ne pouvait avoir que des applications restreintes à des cas particuliers.

Au XI^e siècle, pour l'édification des premières voûtes, on utilisa le plus souvent des échafaudages légers prenant appui sur le sol pour la construction des arcs doubleaux dont on réduisait l'espacement de façon à pouvoir jeter d'un arc à l'autre des planches qui servaient d'assise à une voûte très légère au-dessus de laquelle on construisait la voûte définitive. Par la suite, on employa à la construction des arcs doubleaux des échafaudages auxquels les chapiteaux des colonnades ou les autres saillies de la maçonnerie servaient d'appui.

B. — DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCHAFAUDAGES

a) Échafaudages « adhérents ».

Les échafaudages *adhérents* doivent être adaptés parfaitement à la fonction qu'ils doivent remplir et permettre d'utiliser au mieux les contours de la construction. Ils doivent assurer le maximum de services et une *sécurité totale*. Leurs dispositifs varient selon les circonstances, et il n'est pas possible d'en donner une étude complète.

Voici cependant des exemples caractéristiques de ces ouvrages.

1° Échafaudages de pied, sur plan vertical (échafaudage de maçons).

La figure 35 donne les indications de principe à suivre pour l'établissement d'un échafaudage fixe, de pied, à un seul rang d'échasses.

Ce type d'échafaudage est le plus courant pour monter les murs, ou effectuer des travaux de démolition, reprise ou ravalement.

Les montants ou échasses doivent être placés à 1,50 m ou 2 m du mur, être espacés entre eux de 2 m au maximum, et être scellés dans le sol ou fixés à celui-ci par des patins ou sabots de plâtre. Les boudins sont scellés dans le mur.

Des jambes de force liaisonnées aux montants et aux tendières et formant croix de Saint-André assureront le contreventement longitudinal de l'ensemble.

Pour les travaux exécutés à faible hauteur, on peut utiliser deux variantes :

— Un échafaudage à scellements dans le mur suivant figure 36.

— Un échafaudage sans scellements avec fixation intérieure (fig. 37).

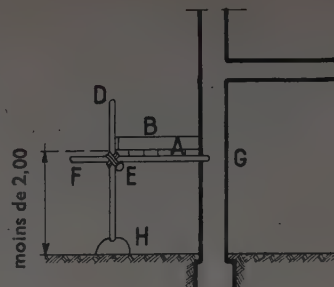
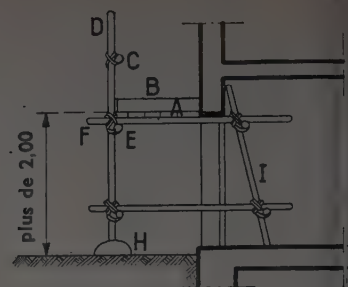


FIG. 36.

Échafaudage adhérent à scellements dans le mur.



I. Perche d'épaulement

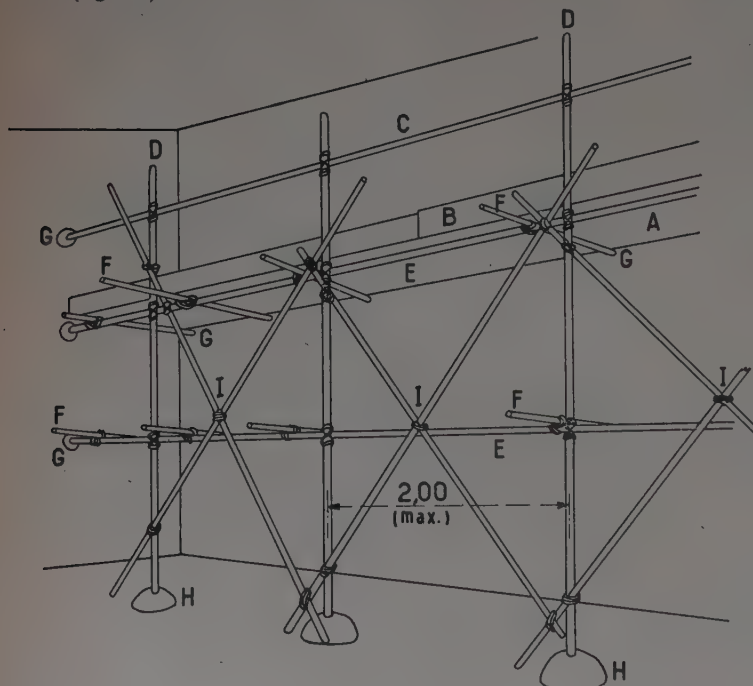
FIG. 37.

Échafaudage adhérent sans scellements avec fixation intérieure.

2° Échafaudages en encorbellement (échafaudages de maçons).

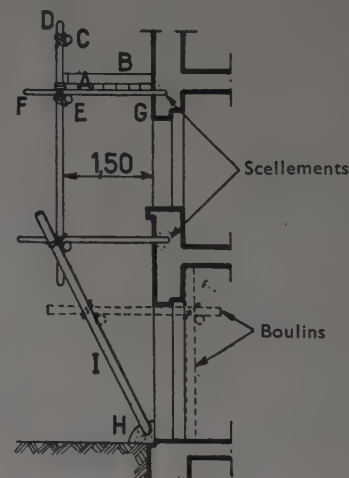
Ces échafaudages sont réglementés par le décret du 9 août 1925 concernant la sécurité sur les chantiers de Bâtiment et de Travaux Publics, modifié le 26 novembre 1934. Les échafaudages en encorbellement ne peuvent être supportés par des boudins scellés dans le mur que si celui-ci a au moins 0,35 m d'épaisseur, le scellement étant de 0,16 m au minimum.

Les boudins ou traverses doivent être en bois résistant.



- | | |
|---|--|
| A. Plancher; | E. Tendières supportant les boudins; |
| B. Plinthe; | F. Boudins scellés supportant les planchers; |
| C. Garde-corps à 0,90 m de hauteur au-dessus du plancher; | G. Scellements en murs de 0,16 minimum; |
| D. Montants ou échasses; | H. Patins ou scellements dans le sol; |
| | I. Croix de St-André pour contreventement. |

FIG. 35. — Échafaudage de pied, sur plan vertical, à un seul rang d'échasses.



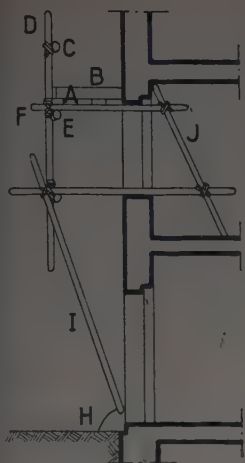
- | |
|---|
| A. Plancher; |
| B. Plinthe; |
| C. Garde-corps; |
| D. Montants ou échasses; |
| E. Tendière supportant les boudins; |
| F. Boudins; |
| G. Scellements avec ancrages de 0,16 minimum; |
| H. Patins ou scellements dans le sol; |
| I. Jambes de force. |

FIG. 38. — Échafaudage en encorbellement à scellements dans le mur (pouvant être consolidé éventuellement par une fixation intérieure représentée en tireté).

L'extrémité libre de chaque boulin doit être reliée par un cordage à une pièce résistante de la construction ou soutenue par une jambe de force de fort équarrissage solidement fixée au sol ou sur un point d'appui résistant.

La figure 38 est un exemple d'échafaudage *en encorbellement à scellements dans le mur*. Éventuellement il peut être consolidé par une fixation intérieure représentée en tireté sur la figure.

Sur un mur ne pouvant recevoir de scellements, soit par suite de sa trop faible épaisseur, soit en raison de sa texture (pierre de taille apparente), on utilisera un échafaudage *en encorbellement sans scellements dans le mur avec fixation intérieure* (fig. 39) ou un échafaudage *en bascule* (fig. 40). La bascule doit être solidement maintenue à l'intérieur du bâtiment, au moyen d'une *chandelle* posée entre les planchers haut et bas et fixée à force entre semelle et sablière.



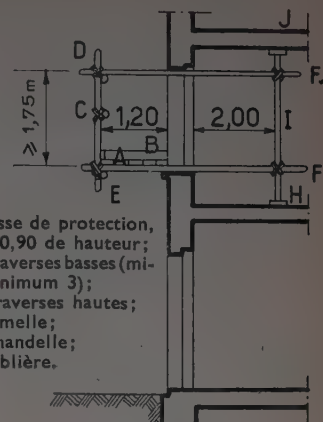
J. Perches d'épaulement supportant les boulins.

FIG. 39. — Échafaudage en encorbellement sans scellement dans le mur avec fixation intérieure.

- A. Montants (chevron 8/8 minimum);
- B. Traverse-support (en voliges ou en pièces de section équivalente);
- C. Écharpe (en voliges ou en pièces de section équivalente);
- D. Étrésillon [en fer (de système extensible) ou en bois sans nœud, assujettissant et fixant les montants et les traverses entre les tableaux des baies];
- E. Amarrage (cordage fixant provisoirement le montant à la barre d'appui pour faciliter la pose des montants);
- F. Plinthe;
- G. Garantie (voliges);
- H. Main courante (volige doublée ou volige raidie par un tasseau);
- I. Flèche (pièce de bois de 8/11 ou 8/8 si elle est soulagée par une contrefiche, ou pièce de bois de 10 à 12 cm de diamètre);
- J. Pièce de retenue en voliges doublées. (Dans le cas de forte inclinaison du montant, peut être remplacée par un cordage non tendu à l'excès);
- K. Plancher;
- M. Garde-corps;
- P. Recette.

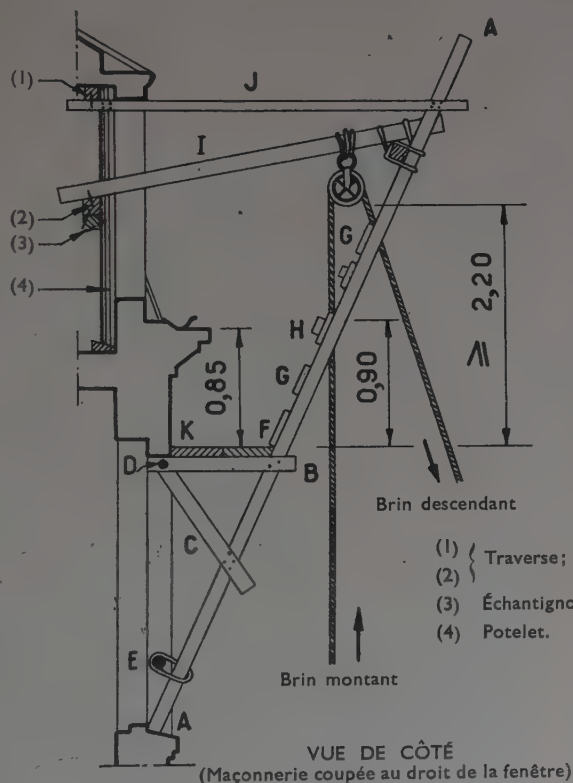
Lorsqu'il est en bois, l'étrésillon D doit être coupé juste de longueur et serré (entre les traverses B et les tableaux de la baie) par un bout de volige taillé en coin.

Les traverses B doivent être fixées sur les montants A par quatre points (de 90 au moins). Les écharpes C doivent être fixées aux montants par des clous mariniers ou des pointes à tête large. La pièce de retenue (ou la « défense » en cordage qui en tient lieu) doit être fixée à une partie solide de la construction (ou à un crochet de service, après en avoir vérifié la solidité).



- C. Lisse de protection, 0,90 de hauteur;
- F. Traverses basses (minimum 3);
- F₁. Traverses hautes;
- H. Semelle;
- I. Chandelle;
- J. Sablière.

FIG. 40. — Échafaudage en bascule.



La flèche I, supportant la poulie, doit être fixée à une pièce assez solide de la charpente ou du gros-œuvre pour résister à la poussée au vide. Le bas de la poulie doit être à 2,20 m du plancher pour permettre de développer les bras sans risquer de se faire prendre la main entre la corde et la poulie en cas de fausse manœuvre.

Cette conception de la potence (triangle ADB) permet d'établir l'échafaudage, la fenêtre de l'étage inférieur (en DA) étant fermée. Lorsque les charges à soulever par la poulie sont importantes, si rien ne

s'oppose à ce que cette fenêtre reste ouverte pendant les travaux, on pourra de plus, pour augmenter la sécurité, fixer la potence du côté intérieur du mur, en prolongeant les traverses B au delà du mur (côté intérieur) et en les maintenant en position par clouage sur une traverse bloquée contre le nu intérieur du mur (de manière analogue à la pièce de retenue J pour la lucarne au-dessus); et l'amarrage de la base des montants A pourra être réalisé en fixant le cordage E (assujéti en un point du montant A par un taquet d'arrêt) autour d'une traverse bloquée également contre le nu intérieur du mur.

FIG. 41. — Échafaudage sur potence dit « en éventail ».

3° Échafaudages sur potences dits « en éventail » (échafaudages de couvreurs).

L'établissement de ces échafaudages ne doit être confié qu'à un personnel particulièrement qualifié.

Il faut éviter autant que possible les échafaudages trop saillants.

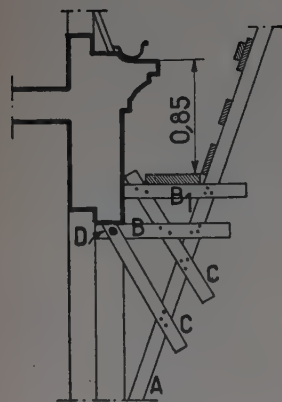
Les *potences* doivent être construites à terre, d'après un gabarit bien étudié.

Il convient de ne jamais attacher les supports d'échafaudage aux balcons ou aux acrotères, des arrachements risquant de se produire en de tels points.

Tout mouvement latéral de l'échafaudage doit être rendu impossible soit par des croisillons, soit en le fixant ou en le butant à chaque extrémité.

La figure 41 donne un exemple courant de ce système d'échafaudages.

La figure 42 est une variante qui s'applique au cas où le linteau de la baie est trop bas par rapport à l'arête de l'entablement.



B. Traverse maintenant l'écartement;
B₁. Traverse supportant le plancher;
C. Écharpes.

FIG. 42. — Variante de l'échafaudage sur potence pour le cas où le linteau de la baie est trop bas par rapport à l'arête de l'entablement.

b) Échafaudages « indépendants ».

Les échafaudages *indépendants* ou *isolés* sont utilisés la plupart du temps pour soulever de pesants fardeaux et permettre de les *barder* vers leur emplacement définitif. Les principes de construction de ces échafaudages relèvent de la charpente la plus rationnelle.

La phase la plus critique de leur utilisation se produit lorsque le fardeau étant soulevé à la hauteur voulue, on lui donne le mouvement de translation qui l'amènera à sa place définitive : ce mouvement inflige à la charpente de l'échafaudage des efforts supplémentaires considérables. (Cette question sera traitée dans un fascicule ultérieur sur les appareils de montage et de levage, au paragraphe traitant de l'importance des efforts horizontaux à prendre en compte dans l'étude des charpentes.)

La figure 43 montre les dispositions adoptées dans un cas de ce genre, pour le montage de la statue de la République à Paris. (Exécution faite par la Maison LAUREILLE sur l'étude du maître-charpentier Louis MAZERALLE.)

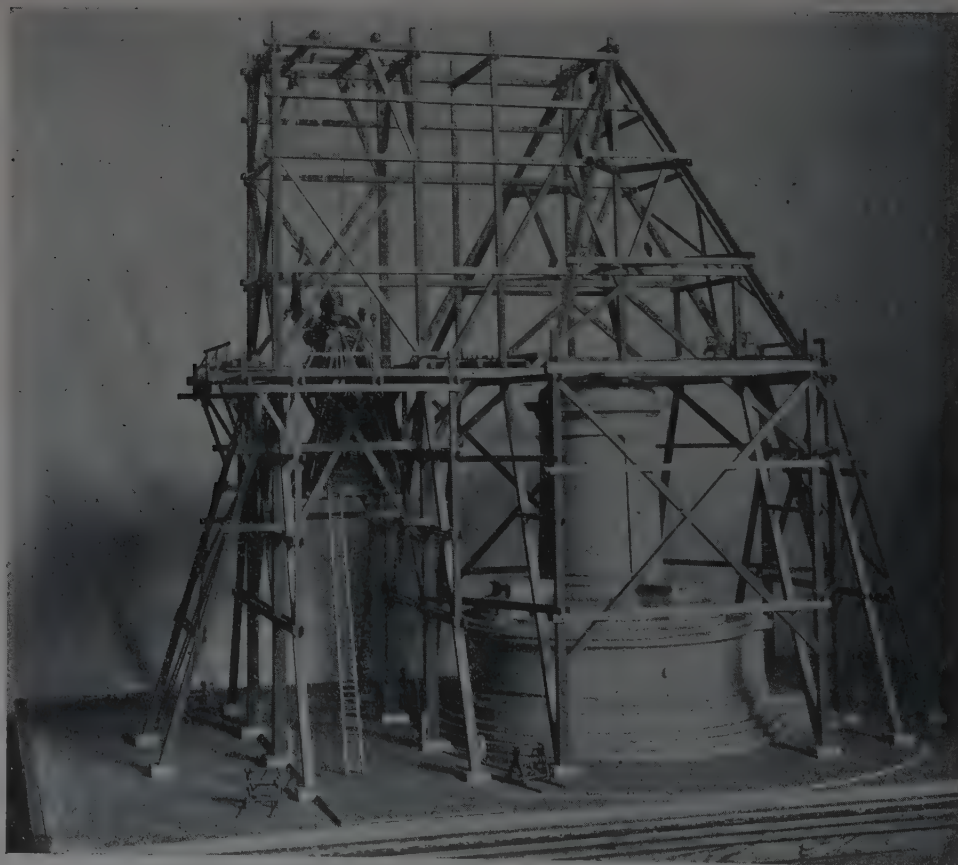


FIG. 43. — Maquette d'un échafaudage « indépendant » pour la mise en place de la statue de la République à Paris (Cl. Conservatoire National des Arts et Métiers).

Aux échafaudages « indépendants » on peut rattacher :

- 1° Les échafaudages de pied, sur plan vertical, à double rang d'échasses (échafaudages de maçons).

Ils sont construits d'après les mêmes principes que l'échafaudage représenté sur la figure 40. Il suffit de monter un deuxième rang d'échasses à proximité immédiate du mur, et de les sceller ou de les encastrent dans le sol comme celles du rang éloigné du mur. Les bouldins, n'étant pas scellés dans le mur, doivent déborder le rang des échasses voisines du mur de manière à toucher presque celui-ci, et pouvoir être liés facilement avec les jambes de force. Ces échafaudages sont employés lorsqu'on ne peut exécuter aucun scellement dans les murs, par exemple pour le ravalement des façades en pierre de taille.

- 2° Les échafaudages de pied, sur un plan horizontal (échafaudages de maçons).

Ces échafaudages, généralement utilisés à l'intérieur des locaux ou pour des travaux extérieurs de peu d'importance et à faible hauteur sont établis avec un plancher sur poteaux ou sur tréteaux.

Les supports doivent être posés sur un sol résistant; au besoin on disposera des semelles d'appui sous les supports.

Il y a lieu d'assurer le contreventement longitudinal des poteaux et supports.

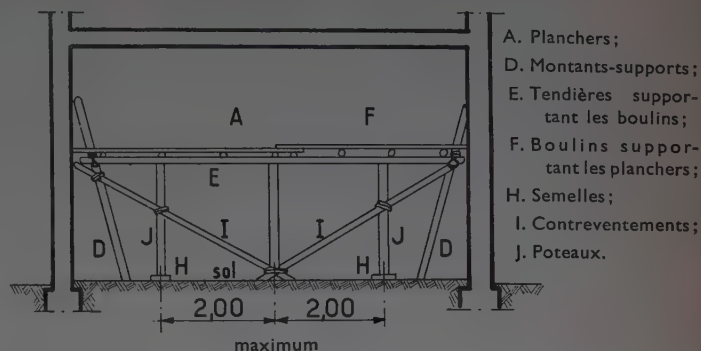


FIG. 44. — Échafaudage de pied, sur plan horizontal, sur poteaux.

La figure 44 présente un échafaudage sur poteaux, construit à l'intérieur d'un local.

- ### c) Échafaudages « mobiles ».

Les échafaudages « mobiles » sont ceux qu'on peut déplacer tout montés pour répéter successivement les mêmes opérations en plusieurs endroits, comme par exemple le montage des grandes fermes d'un long hangar, ou pour les réparations à effectuer dans les parties les plus élevées d'un grand édifice.

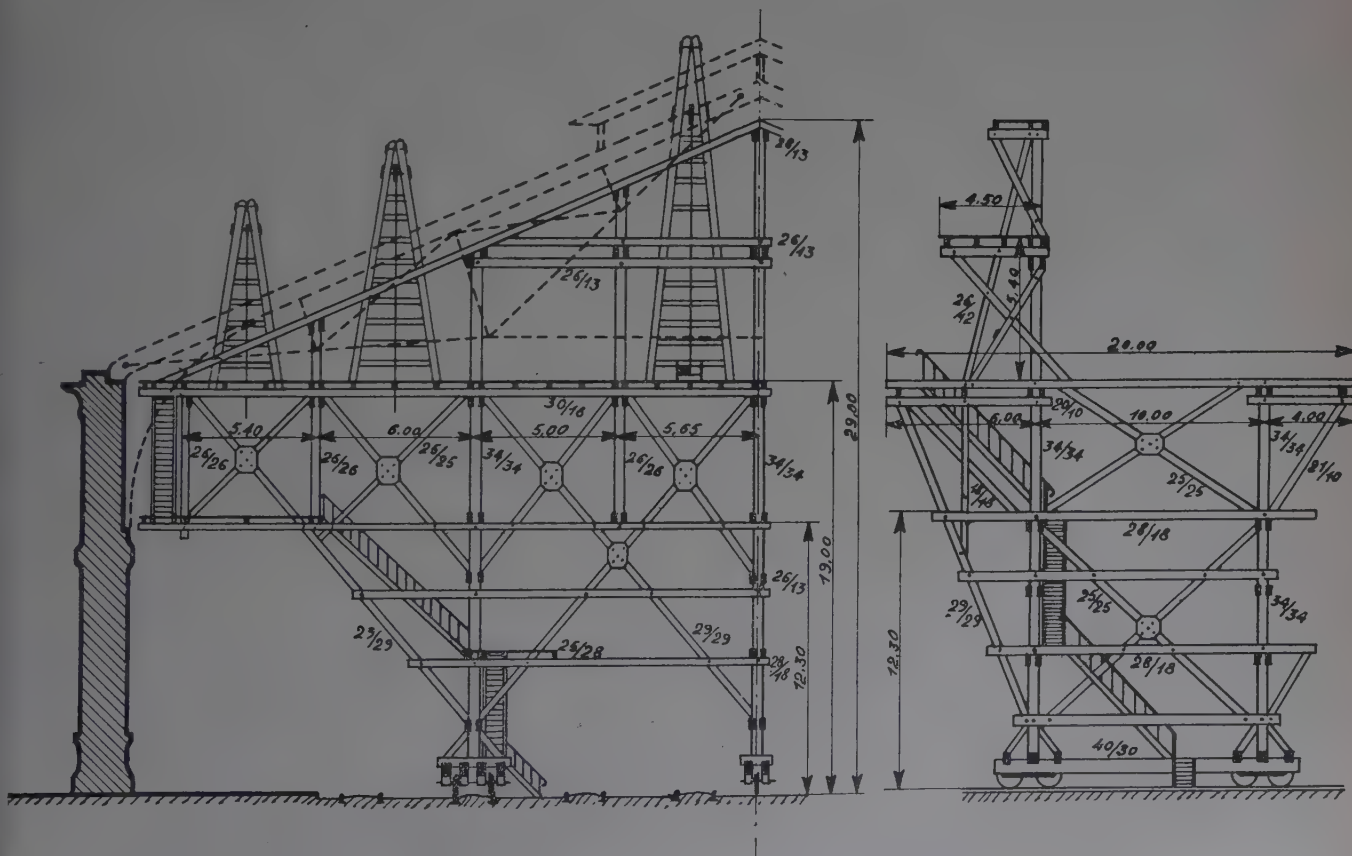


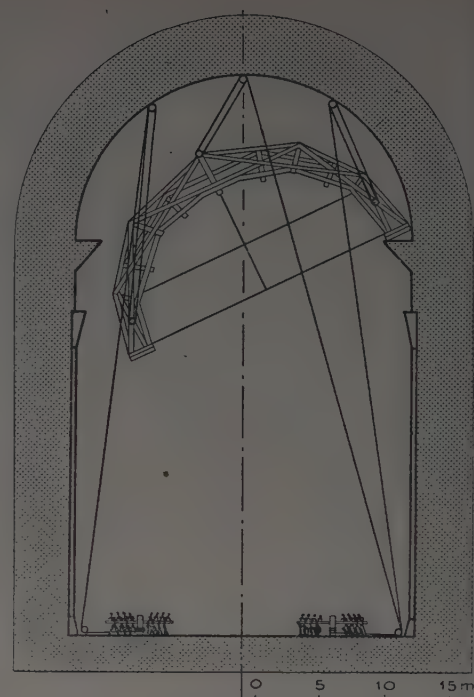
FIG. 45. — Échafaudage roulant réalisé d'après OSSELET pour le montage des charpentes de la gare d'Austerlitz.

Les plus courants de ces échafaudages sont à structure carrée ou rectangulaire montés sur roues ou sur galets, pour pouvoir être tirés ou poussés à bras d'homme ou par des moyens mécaniques.

L'emploi d'un tel échafaudage n'est économique pour le montage des fermes que lorsque celles-ci sont assez nombreuses; lorsque les fermes sont peu nombreuses il y a avantage à les assembler au sol et à les monter au moyen d'un mât (voir montage et levage. Cette question sera traitée dans un fascicule ultérieur).

L'un des plus importants échafaudages de ce genre réalisés en France est celui qui a servi au montage des fermes de la gare d'Austerlitz, à Paris (fig. 45). Ces fermes métalliques de 50 m de portée et d'un poids important nécessiterent l'œuvre de charpente que nous voyons ici. L'échafaudage avait une largeur suffisante pour permettre l'assemblage et le rivetage des fermes sur le plancher horizontal de la plate-forme de l'échafaudage, alors qu'en général, surtout pour les fermes en bois, leur assemblage s'exécute au sol et l'échafaudage sert uniquement à soutenir les appareils d'appel pour le levage et la mise en place des fermes.

Un des échafaudages les plus remarquables de ce genre datant de la fin du XVIII^e siècle est celui qui fut imaginé par Pierre ALBERTINI pour restaurer les ornements et les dorures de la grande nef de Saint-Pierre de Rome. Cet échafaudage prenait appui sur la corniche intérieure de l'entablement de la nef et pouvait parcourir toute la longueur de celle-ci sous l'action d'un jeu de moufles. Il se composait de deux fermes formant une sorte de cintre de 25 m de portée, réalisé par une combinaison d'entrants et d'arbalétriers. L'extrados de cet échafaudage se trouvait à une hauteur d'homme de l'intrados de la voûte de la nef. Les deux fermes espacées de 3 m environ étaient reliées par des entretoises et des croisillons formant la structure de onze planchers ou étages qui correspondaient à autant de points de la voûte à restaurer et facilitaient le travail des ouvriers. La figure 46 donne le schéma de cet échafaudage.



Mise en place.

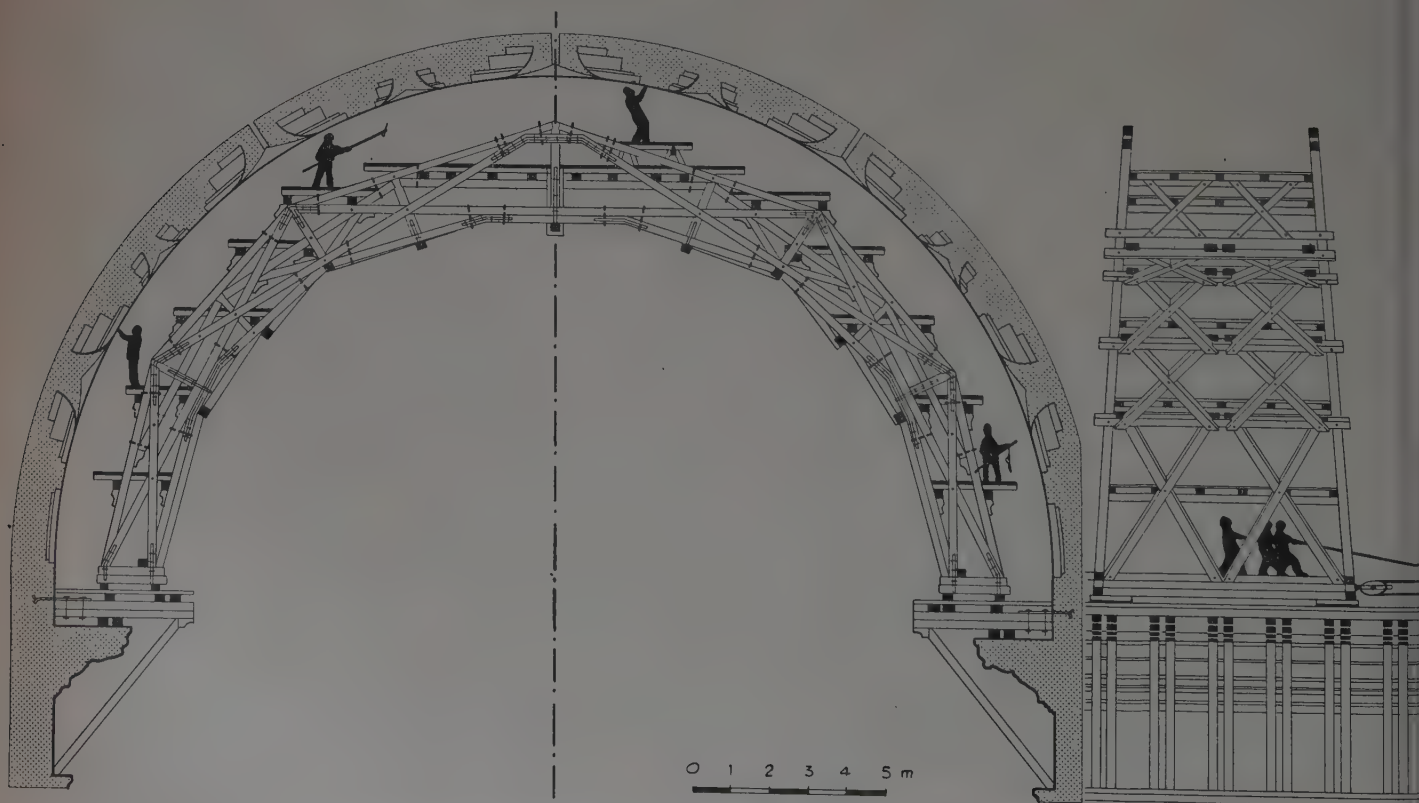


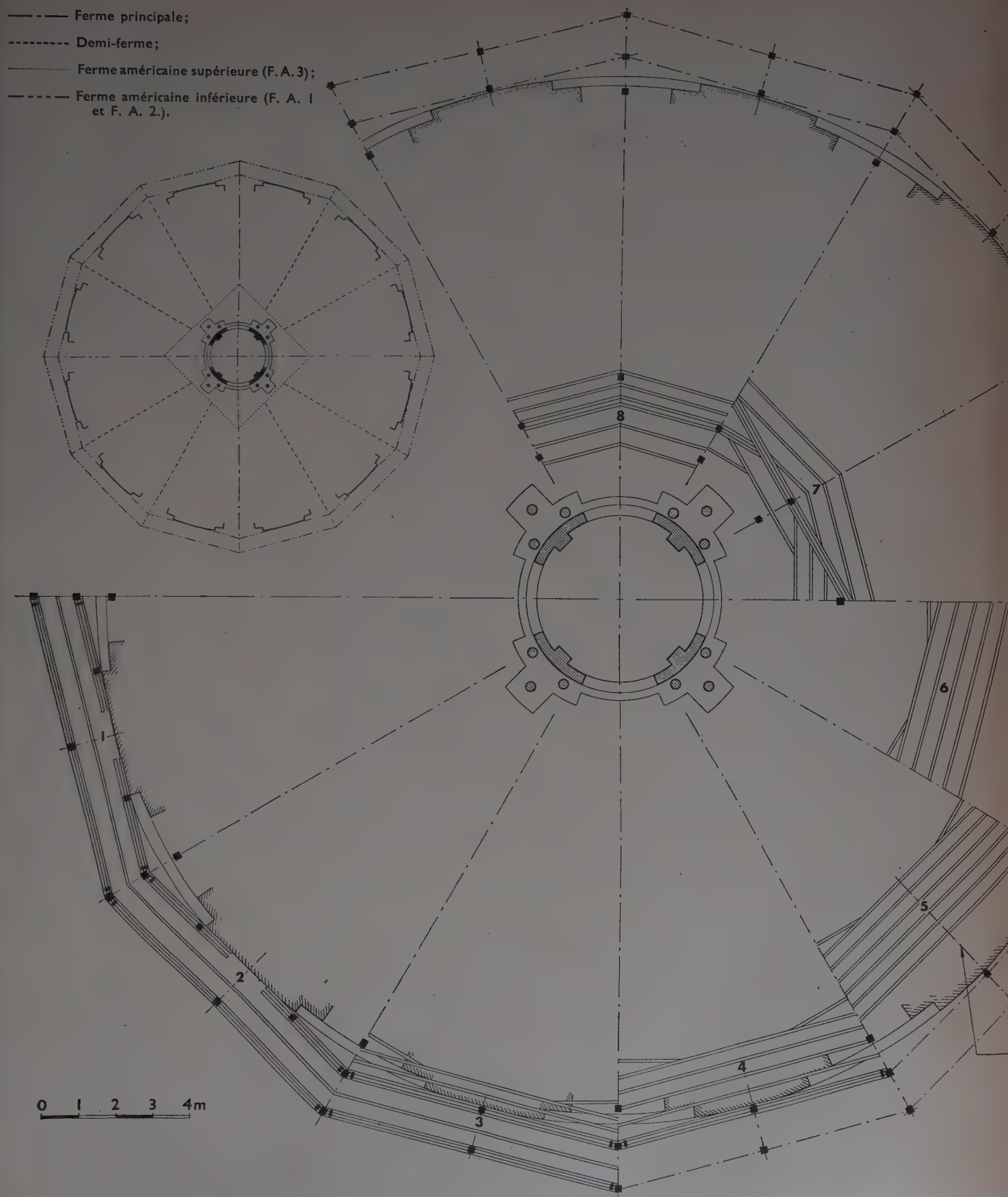
FIG. 46. — Échafaudage d'ALBERTINI pour la restauration de la grande nef de Saint-Pierre de Rome.

— Ferme principale;

----- Demi-ferme;

..... Ferme américaine supérieure (F. A. 3);

— Ferme américaine inférieure (F. A. 1 et F. A. 2.).



0 1 2 3 4m

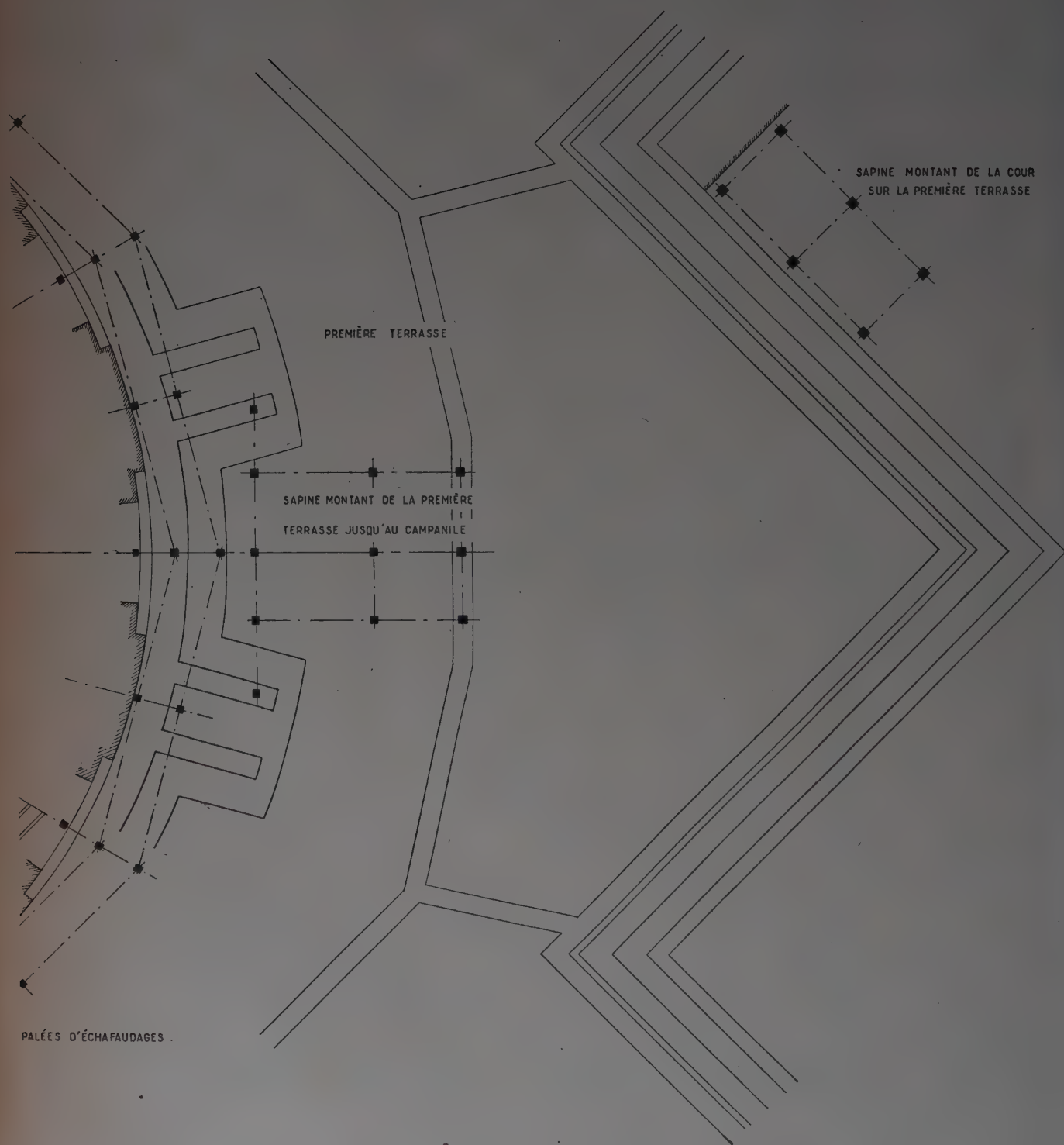
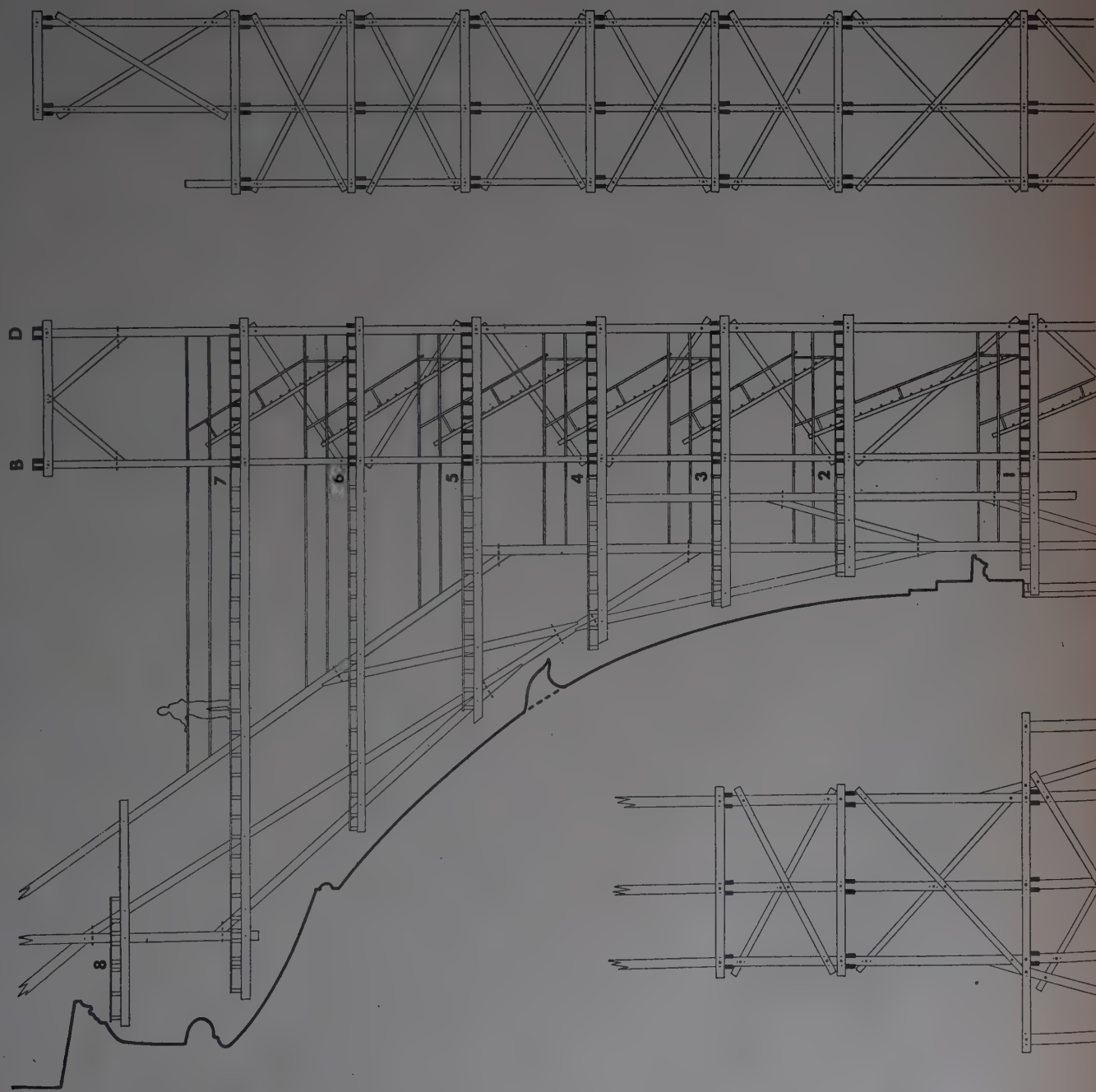


FIG. 47. — Échafaudage du Dôme des Invalides (1936). Plan coupe.



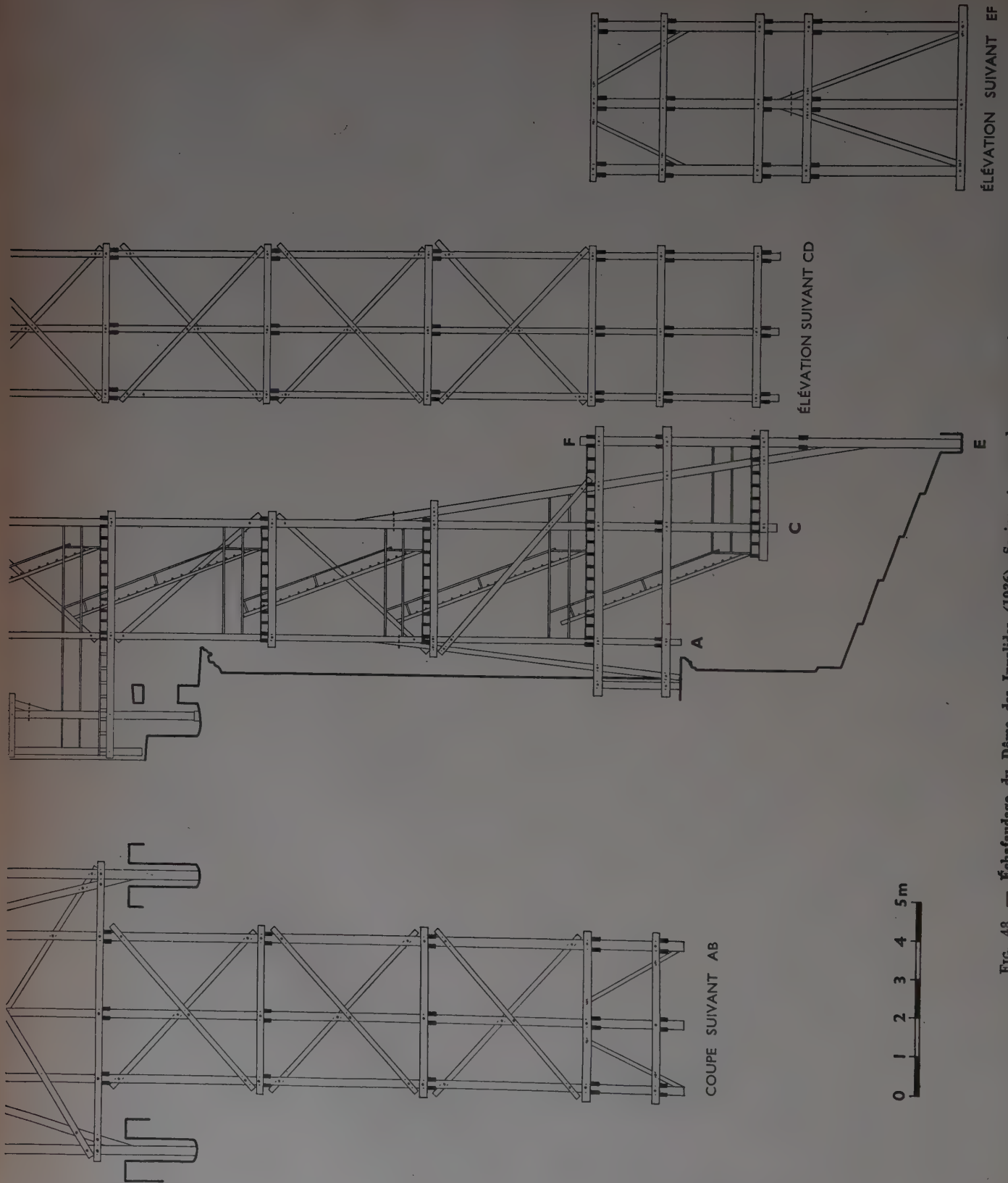


FIG. 43. — Échafaudage du Dôme des Invalides (1936). Sapine et raccordement avec ferme principale.

C. — ÉCHAFAUDAGE DU DÔME DES INVALIDES (1936)

A titre d'exemple d'échafaudage moderne, nous donnons ci-après quelques planches présentant les détails de la construction de l'échafaudage qui a servi en 1936 à la restauration du Dôme des Invalides à Paris.

La conception et l'exécution de l'échafaudage sont dues à la collaboration de la Société des *Charpentiers de Paris* et de M. VENTRE, Architecte en Chef des Monuments Historiques.

Le projet adopté consistait à établir un échafaudage enveloppant presque exclusivement la calotte du dôme, depuis la naissance de celui-ci jusqu'au sommet de la Croix du campanile. Cet échafaudage devait épouser le gabarit du dôme tout en restant à une distance au moins égale à 0,30 m des éléments les plus saillants et être disposé pour recevoir un plancher de travail tous les 2 m. Enfin ses points d'appui ne devaient pas descendre au-dessous du niveau de la balustrade de la grande corniche (fig. 47).

Par ailleurs une sapine d'accès montant du sol de la cour au niveau de la première toiture-terrasse permettait la circulation des ouvriers ainsi que la descente et la montée des matériaux. Deux autres sapines partaient de cette terrasse pour aboutir au niveau du campanile (fig. 48).

Commencée le 9 janvier 1936 l'exécution de l'échafaudage fut terminée le 31 juillet. L'échafaudage devait permettre la dépose et la repose après restauration de tous les éléments de la couverture — notamment celles des motifs décoratifs formés de casques et d'armatures encadrant les lucarnes (la surcharge concentrée correspondante, à supporter en tous points des planchers, avait été fixée à 2 t par le maître de l'œuvre) — le remplacement de toutes les pattes en fer rongées par la rouille par des pattes en cuivre et la dorure des extérieurs par l'application de feuilles d'or.

Cet échafaudage comprenait essentiellement les éléments suivants :

Deux fermes principales situées dans des plans verticaux passant par l'axe du dôme et perpendiculaires entre eux; ces fermes passaient au travers des ouvertures du grand lanterneau du campanile (fig. 49).

Huit demi-fermes rayonnant autour de l'axe du dôme à raison de deux demi-fermes dans chaque angle dièdre formé par les fermes principales, les plans verticaux de ces demi-fermes faisant des angles dièdres de 30° avec ceux des fermes principales (fig. 50).

Au milieu de chaque intervalle entre demi-fermes et fermes principales une *palée d'échafaudage* (soit au total douze palées) destinée à renforcer l'ensemble de l'échafaudage et à soutenir les planchers bas (du premier au cinquième plancher);

A la base de l'ensemble des fermes, deux ceintures concentriques comprenant chacune douze fermes américaines; les fermes américaines de la ceinture extérieure étaient formées de deux moises horizontales au niveau de chaque plancher (s'assemblant à leurs extrémités sur les fermes principales et les demi-fermes et en leur milieu sur les palées intermédiaires) et de deux contrefiches (s'assemblant sur les fermes principales ou les demi-fermes et sur les palées); les fermes américaines de la ceinture intérieure croisant un flambeau en leur milieu, les moises horizontales du premier et du deuxième plancher étaient interrompues et s'assemblaient sur des montants de part et d'autre de ce flambeau, et des contrefiches reliaient les fermes principales ou les demi-fermes à ces montants et aux palées intermédiaires; les fermes américaines de la ceinture extérieure montaient du premier au quatrième plancher et celles de la ceinture intérieure du premier au cinquième plancher de travail;

En tête, au-dessus du neuvième plancher, une ceinture carrée de quatre fermes américaines formées de deux moises horizontales au niveau de chaque plancher (elles s'assemblaient à leurs extrémités sur les fermes principales et dans les intervalles entre fermes principales sur les demi-fermes), de quatre montants verticaux (dont deux dans le plan des demi-fermes et deux contre les fermes principales) et de deux contrefiches; ces fermes américaines montaient du neuvième plancher au onzième plancher, c'est-à-dire à la partie haute des fermes principales (fig. 51).

Les fermes principales et les demi-fermes avaient dans le bas leurs points d'appui en bascule sur des étais enchassés dans les grandes baies situées sous la naissance du dôme; les deux ceintures basses et la ceinture haute des fermes américaines contreventaient et raidissaient l'ensemble des fermes principales et les demi-fermes.

L'ensemble des fermes principales et des demi-fermes ayant des écartements assez prononcés à la base, les palées d'échafaudage diminuaient de moitié ces intervalles et soulageaient la double ceinture des fermes américaines au milieu de leur portée.

Comparé avec celui que CRÉPINET avait construit en 1869 pour le même objet, cet échafaudage s'en différenciait par les points suivants. Le sciage mécanique n'existait pas en 1869, CRÉPINET avait dû utiliser des grumes assemblées bout à bout, prenant appui directement sur les premières terrasses, et l'ensemble était raidi par des traverses horizontales et des croix de Saint-André. En 1936, grâce au sciage mécanique on pouvait utiliser des pièces de bois de moindre équarrissage; de plus de nouveaux systèmes d'assemblages résistant aussi bien aux efforts de traction qu'aux efforts de compression donnaient la possibilité de réaliser des triangulations, ce qui a permis de concevoir cet ensemble de fermes (principales et demi-fermes) ayant leurs appuis en bascule à environ 20 m au-dessus des premières terrasses, et de les contreventer par des fermes américaines.

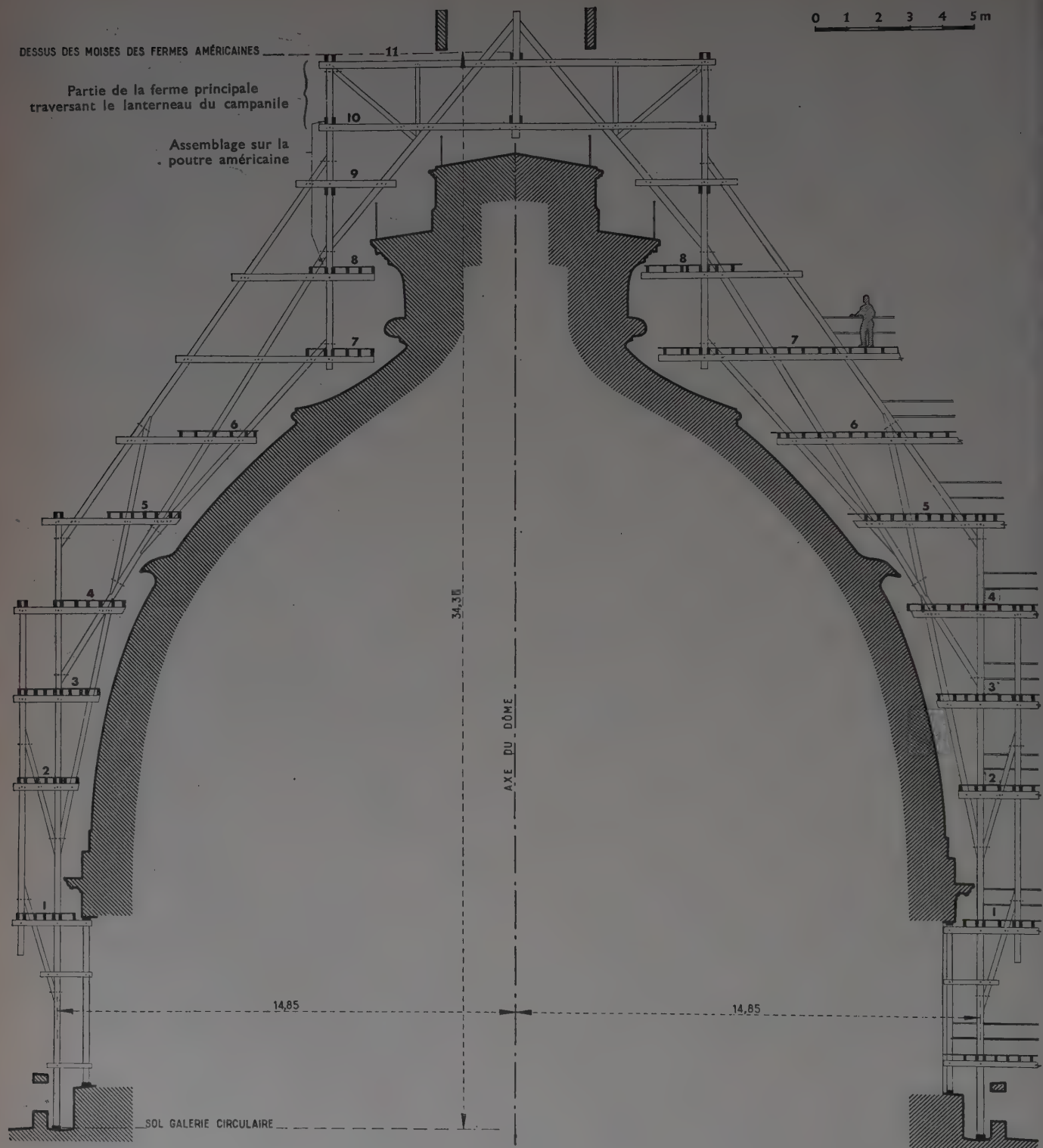


FIG. 49. — Échafaudage du Dôme des Invalides (1936).
Ferme principale.

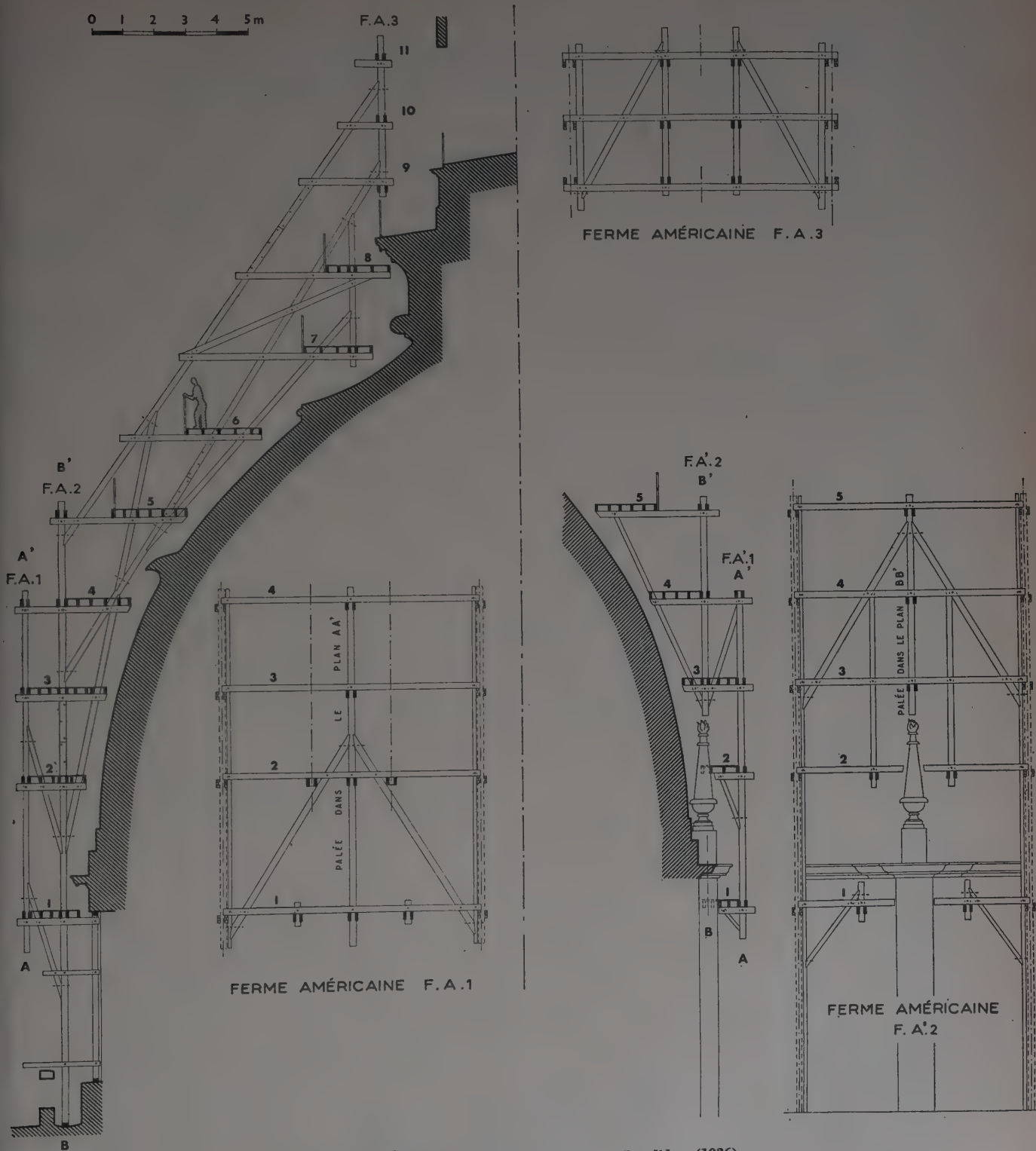


FIG. 50. — Échafaudage du Dôme des Invalides (1936).
Demi-ferme et appui au droit d'un flambeau.

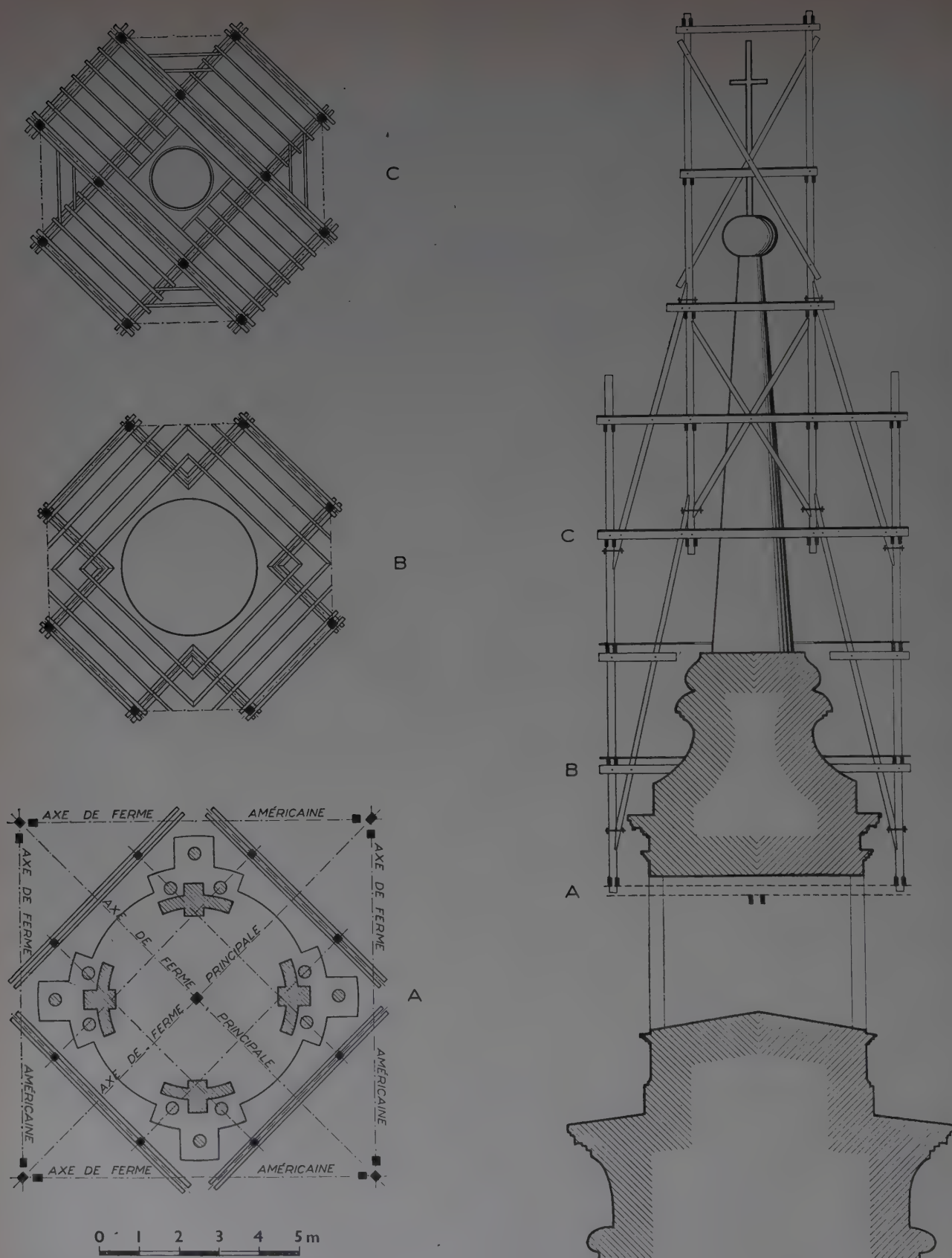


FIG. 51. — Échafaudage du Dôme des Invalides (1936). Partie supérieure. Flèche et campanile.

V. — PONTS PROVISOIRES ET PALÉES

A. — OUVRAGES PROVISOIRES
SOUS VOIES FERRÉES

Généralités.

L'urgence de rétablir les communications par voie ferrée après les destructions de 1940 et 1944 a obligé la S. N. C. F. à construire de nombreux ouvrages provisoires avec palées d'appui en bois; en revanche, en raison des fortes surcharges (essieux de 20 ou 25 t), les tabliers ont dû être prévus en métal (fig. 52) (très exceptionnellement en bois pour des portées de 2 ou 3 m au plus). Les tabliers sont, soit entièrement métalliques, soit le plus souvent constitués par des poutrelles I groupées à raison de deux

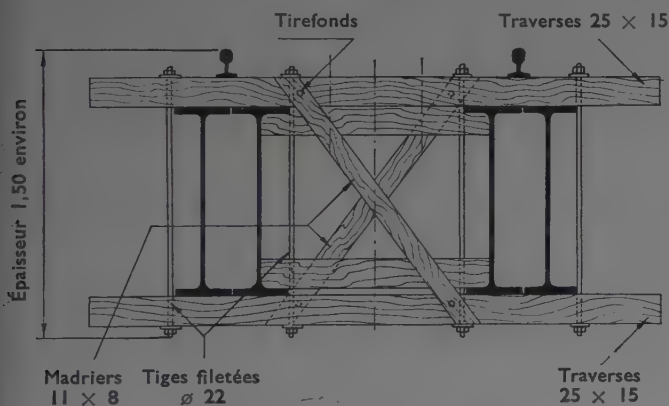


FIG. 52. — Type de tablier pour pont provisoire de la S. N. C. F.

ou trois sous chaque file de rail; des calages et entretoisements en chêne serrés par des tiges filetées solidarisent l'ensemble.

Le bois convient très bien au contraire pour constituer les appuis de ces ouvrages provisoires. La S. N. C. F. en a fait un très large emploi pour le franchissement des ouvrages détruits par faits de guerre ou pour réaliser des déviations provisoires permettant la réfection.

Les planches I et II et le texte ci-après donnent l'essentiel des dispositions-types adoptées par la S. N. C. F.

Camarteaux en traverses.

Pour de courtes durées et de faibles hauteurs (jusqu'à 1,50 m ou à la rigueur 2 m) on peut constituer ainsi des piles ou des culées. Mais, malgré une solidarisation sérieuse des éléments par frettes, tirefonds et clameaux, ce dispositif de fortune reste précaire (fig. 53).

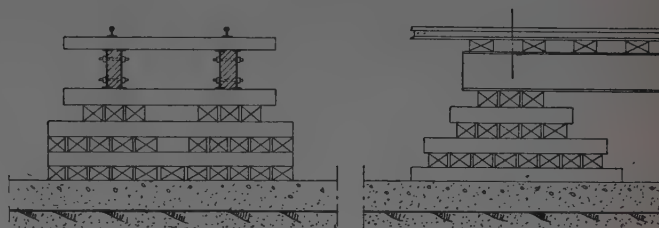


FIG. 53. — Camarteaux en bois.

Palées en bois.

a) Dispositifs d'ensemble. Types de palées.

On réserve le nom d'estacade à une succession d'appuis rapprochés reliés entre eux par groupes et supportant des tabliers de très faible portée (4 m au plus).

Les palées sont des piles supportant des travées plus grandes. Dans les ouvrages comportant plusieurs travées, on distingue les palées courantes (ou intermédiaires) et les palées d'arrêt (ou de freinage). Les palées d'arrêt sont espacées de 40 m au plus. Elles doivent avoir une grande résistance dans le sens des voies. À charges égales elles ont la même constitution que les palées courantes, mais elles sont munies de contrefiches ou jambes de force supplémentaires (tracés pointillés des figures de la planche II).

Comme il y a un intérêt constructif à utiliser le plus grand nombre possible d'éléments identiques, toutes les palées sont constituées par des chevalets ⁽¹⁾ de même constitution en nombre variable suivant les portées :

— Chevalet simple pour les palées intermédiaires des estacades;

— Chevalet double pour toutes les palées sous joints de tablier et pour toutes travées de 5 à 15 m de portée (voir « palée à 2 chevalets » sur la planche II);

— Chevalets triples pour les hautes palées et les grandes travées (voir « palée à 3 chevalets » sur la planche II).

Les chevalets ont un ou plusieurs étages suivant leur hauteur et selon les dimensions des bois disponibles : en principe un étage jusqu'à 7 m; deux étages égaux entre 7 m et 14 m. Le dessin montre comment s'effectue l'assise d'un étage sur l'autre (voir « types de palées en bois pour hauteur de 7 m à 14 m » sur la planche II).

(1) On a coutume d'appeler chevalet un ensemble de poteaux et de contrefiches disposés dans un plan perpendiculaire à l'axe de la voie.

b) Détail des palées.

Appuis des tabliers. — Les tabliers doivent contribuer au contreventement longitudinal de l'ouvrage. Il sont, à cet effet, éclissés et fixés solidement aux têtes de palées. Les tabliers reposent sur des *sommiers en chêne* (ou en sapin avec plaques de tôle) avec lesquels ils sont solidarisés par tirefonds ou crapauds. Les sommiers reposent eux-mêmes sur des *gîtes* en bois ou en métal en forme de \llcorner ou I. (Voir « détails d'exécution », planche I.)

La position des sommiers sur les gîtes est déterminée de façon à transmettre à chaque chevalet une réaction égale et éviter ainsi une tendance au basculement de la palée.

Les *chapeaux de palées* (voir détails d'exécution, planche I) sont constitués par deux moises (en bois équarris) ou deux U assemblés sur les montants entaillés. L'assise des chapeaux sur les entailles reçoit toutes les charges; elle doit donc être parfaitement déterminée et son exécution être irréprochable.

Si l'on dispose de bois de gros équarrissage, on peut poser directement le chapeau sur les montants à la condition de bien ajuster l'assise et d'éclisser.

Les *montants* (quatre par chevalet) sont en bois équarris ou en grume de préférence (voir « élévation d'une palée », planche II).

c) Fondations.

Suivant la consistance du sol, la fondation est sur *lit de bois*, ou sur *galette de béton* ordinaire ou de béton armé. En site immergé ou inondable et en terrain inconsistant, les palées sont établies sur *pieux battus* (grumes) (voir « fondations » en bas de la planche I, et les fondations sur la planche II).

Pour résister aux efforts horizontaux, il faut prévoir des *pieux obliques* sous jambes de force des palées et sous contrefiches extérieures des chevalets (voir planche II). A la condition de prévoir ces pieux obliques et de bien relier les pieux entre eux par *cinquenelles* ou *moises pendantes* (voir « cinquenelles métalliques », planche I), de façon à constituer ainsi de véritables portiques, on peut admettre pour les pieux des charges élevées. La S. N. C. F. a admis couramment 20 t par pieu. En pratique les diamètres Φ des pieux sont les suivants :

$$\Phi = 22 \text{ cm pour hauteur hors sol : } h < 4 \text{ m;}$$

$$\Phi = 28 \text{ cm pour hauteur } h \text{ telle que : } 4 \text{ m} < h < 8 \text{ m.}$$

Dans toutes les fondations sur pieux, on ne saurait trop insister sur l'importance des pieux obliques et des triangulations de liaison. Il est très dangereux de compter sur la flexion des pieux supposés encastres dans le sol : en effet, un pieu d'essai de $\Phi = 30 \text{ cm}$ et de 5,40 m hors sol, battu dans l'Oise s'est rompu sous un effort de 1 t en tête malgré une fiche de 6,80 m.

La *fiche* minimum à admettre est de 3 à 4 m en terrain argileux mélangé de cailloux et de 2 à 3 m dans les gros sables et les graviers.

Si les pieux ne peuvent être battus exactement à l'emplacement voulu, c'est-à-dire sous montants ou sous

contrefiches, ou s'ils sont en trop grand nombre, on les coiffe par une dalle en béton armé sur laquelle les chevalets sont implantés et scellés.

d) Précautions contre les crues et les affouillements.

On recommande de constituer des enrochements à la base des pieux (pierres, sacs de ciment, gabions remplis de galets, etc.).

Contre les glaces et les corps flottants on prévoit des *brise-glace* ou des *guideaux* : files de pieux indépendants des palées, battus à 1 m ou 2 m de celles-ci et réunis par des madriers.

B. — OUVRAGES PROVISOIRES SOUS ROUTES

Généralités.

Pour le rétablissement des communications routières après les destructions importantes de 1940 et de 1944, il a été fait un large appel aux ponts provisoires en bois.

Il en a été construit de deux types différents :

Ponts à *travure simple* s'inspirant des dispositions des ponts de pilots en bois du génie militaire.

Ponts à *poutres composées multiples* sous chaussée.

1° Ponts à travure simple.

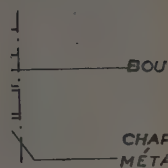
Dans les ponts à travure simple, le platelage est supporté par des poutrelles disposées parallèlement à l'axe longitudinal du pont. La portée des travées est faible : faible : 4 à 5 m. On atteint très vite, pour des portées de l'ordre de 5 m, des équarrissages importants (20 × 30 cm) difficiles à approvisionner; aussi pour franchir les passes marinières de plus grande ouverture, on a recours à des poutrelles métalliques. Les appuis sont constitués par des palées transversales de pieux. Chaque palée comporte une rangée de pieux réunis en tête par un moisage de madriers, appelé « chapeau », servant de sommier d'appui aux poutrelles. Les pieux doivent être *fortement contreventés* au-dessus du niveau de l'eau par des écharpes en croix de Saint-André. Si la profondeur d'eau est grande (plus de 2 m) ou si le fond du lit ne permet pas une fiche des pieux suffisante, il est bon de prévoir à l'amont et à l'aval des *pieux battus obliquement* dans le même plan que les pieux porteurs et reliés à ceux-ci par un moisage voisin du plan d'eau. Ces pieux obliques assurent une meilleure stabilité transversale du pont. La stabilité longitudinale d'un tel ouvrage n'est bonne que si l'on peut assurer l'ancrage ou le butonnage du tablier sur les palées de culée. Si l'ouvrage dépasse une quarantaine de mètres de longueur, il faut prévoir en outre des palées spéciales dites *palées d'arrêt*, constituées par une double rangée de pieux contreventés dans le plan transversal et dans le plan longitudinal; en outre des pieux obliques disposés dans ces deux plans assurent la stabilité de la palée d'arrêt dans tous les sens.

Dans de tels ouvrages le rapprochement des palées est un grave inconvénient. Il s'oppose à l'écoulement des eaux de crue et au passage des corps flottants et l'ouvrage

HAUTEUR



VITES MÉTALLIQUES
SPTS ÉGAUX



FOURRI

TIGES FILET

MONTANT

PLANCHER DE SERVICE (PL. DE 4)
AU DROIT DE LA PALÉE

ÉLÉV.

JAMBETTES
(ÉQUARRISSAGE NON IMPOSÉ)

ENTRAITS : 2 DE 7⁵/22⁵

SCHEMA DE CONTREVENTEMENT
DES JAMBES DE FORCE



LIENS 7⁵/22⁵

2 JOUES DE 7,5 x 22,5
AVEC FOURRURE

6,5/17

ENTRAITS :
2 DE 7,5 x 22,5

JAMBES DE FORCE
INCLINÉES À 3/4

ATTACHES PAR BOULONS
À SCELLEMENT ET PLATS
D'ANCRAGE

FOURRURES

MOISES : 4 DE 7,5 x 22,5 POUR CONTREFICHES

FAUSSE-SEMELLE : 2 DE 12,5 x 25

ARASE DES PIEUX
SOUS POTEAUX ET
JAMBES DE FORCE

2 JOUES DE 7,5 x 22,5
AVEC FOURRURES

CHAPEAU DE PALÉE
2 DE 12,5 x 25

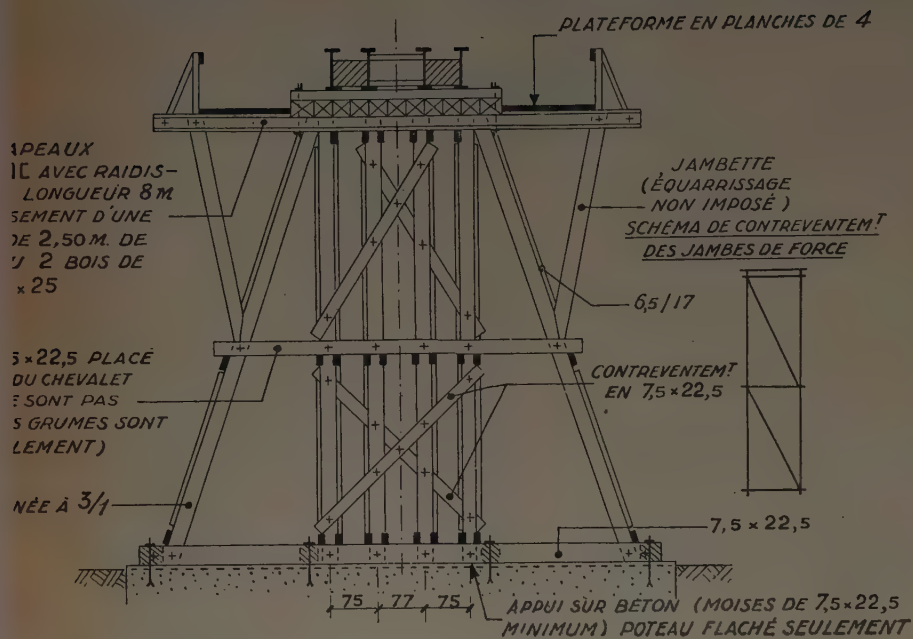
CONTREVENTEMENTS
7,5 x 22,5

PIEUX BATTUS
INCLINÉS À 5/4

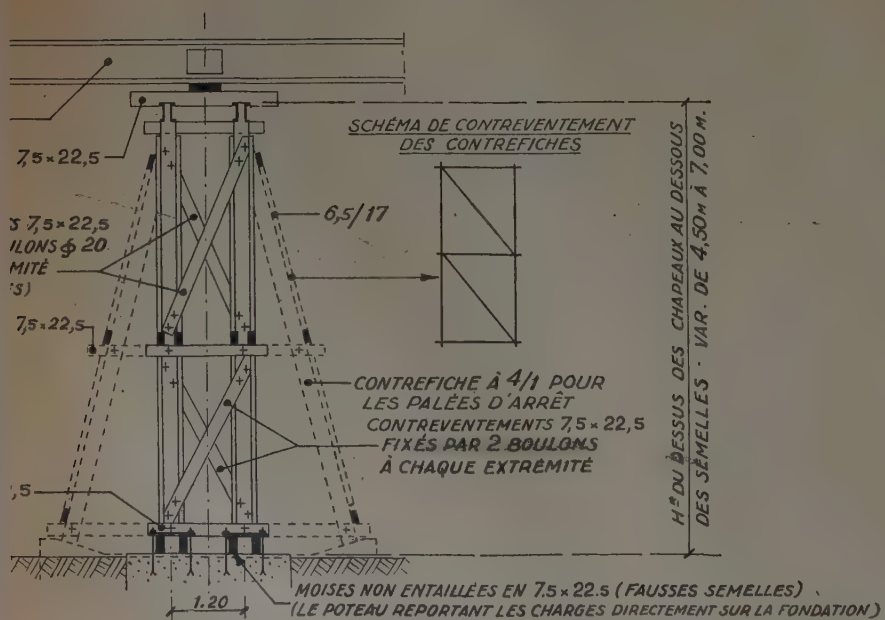
d'exécution.

DE PALÉE EN BOIS POUR HAUTEUR DE 4,50 A 7,00 m

ÉLEVATION D'UNE PALÉE

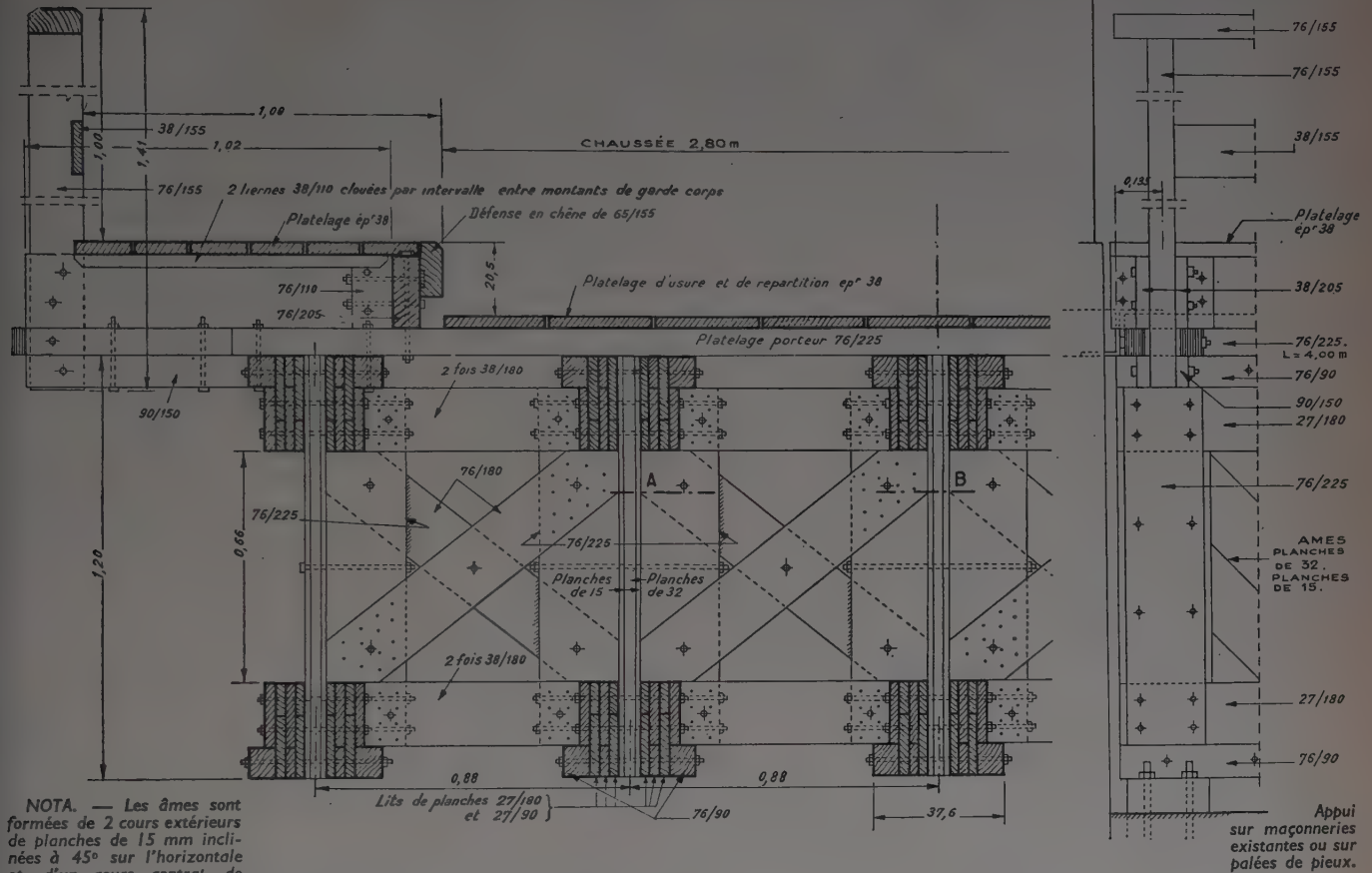


PALÉE A 2 CHEVALETS



COUPE TRANSVERSALE

ÉLÉVATION DE L'ABOUT DU PONT



PLAN SUPÉRIEUR (Platelages enlevés)

PLAN COUPE AB

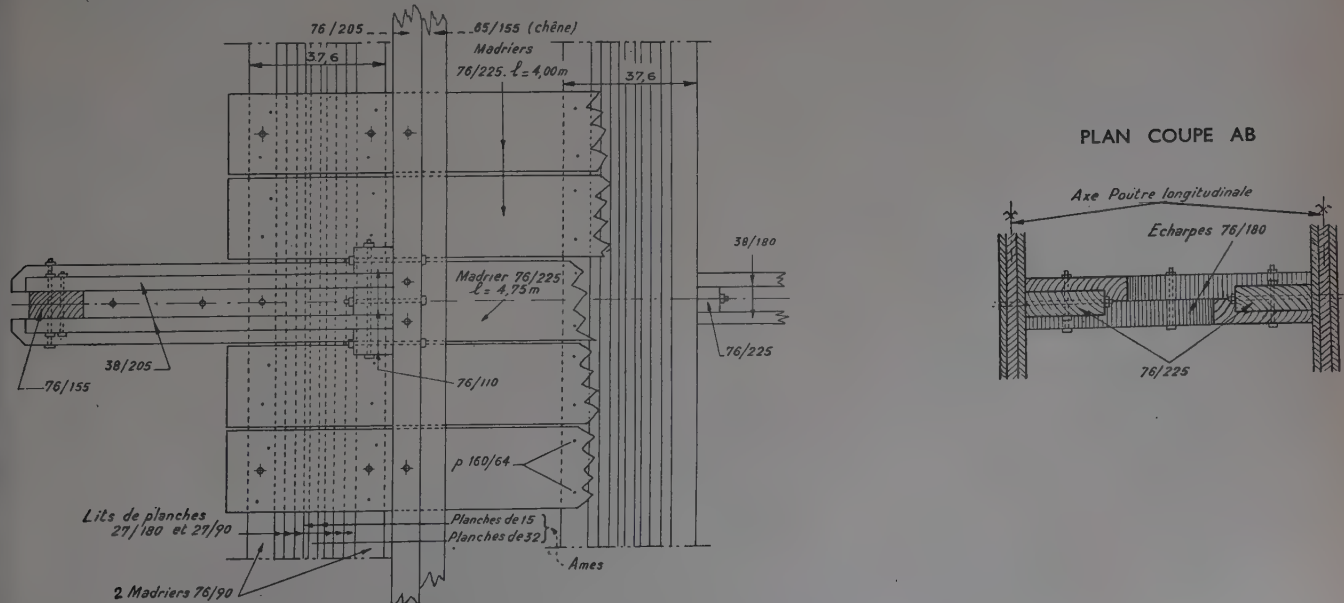


FIG. 54. — Pont-route provisoire en bois de 16 m de portée.

peut être mis en péril dans les cas d'embâcle de glaces. Chaque palée doit être défendue par des *avant-becs* ou guideaux indépendants qui la protègent des chocs.

2° Ponts à poutres composées multiples sous chaussée.

Les ponts à poutres composées multiples ont des travées de tablier plus importants, de 10 à 20 m de portée; en conséquence les palées, plus espacées entre elles, ne constituent pas un obstacle aussi gênant à l'écoulement des eaux et au passage des corps flottants; en revanche, elles doivent être plus robustes.

Exemples de tabliers de ponts provisoires.

Nous donnons ci-après deux exemples de tabliers de ponts provisoires dont les portées sont de 10 et 16 m. Les projets ont été dressés par le Service Central d'Études Techniques du Ministère des Travaux Publics en 1940 pour le rétablissement rapide des communications ⁽¹⁾. Les poutres de ces ponts sont construites selon la technique des poutres composées en planches clouées formées d'une âme et de membrures.

Dans le pont de 16 m (fig. 54), les entretoises sont formées de cadres triangulés indépendants, boulonnés sur les poutres. Dans le pont de 10 m (fig. 55) la membrure supérieure d'entretoise traverse les âmes et la membrure inférieure forme une *lierne* continue passant sous les poutres. La rigidité transversale est plus grande.

Exemple de palée.

Nous donnons également (fig. 56) le détail d'une palée destinée à supporter un ouvrage de ce type prévu pour une double voie charretière. On remarquera avec quel soin

le contreventement des différents plans est assuré pour les pieux battus d'une part, pour la palée située au-dessus du plan de recépage de ces pieux d'autre part. Ce plan de recépage est établi à une hauteur telle, au-dessus du plan d'eau, qu'il soit possible de disposer un contreventement efficace des têtes de pieux. Le calcul de ces pieux, au flambement, sera toutefois, par mesure de prudence, effectué en les considérant comme des pièces *encastrées* à leur partie supérieure sur le contreventement et *libres* à leur autre extrémité (en pointe), c'est-à-dire comme des mâts. Quelle que soit la fiche des pieux il ne serait pas prudent de tabler sur la résistance du terrain.

On remarquera également que l'enture des montants de palée sur la tête des pieux battus est réalisée à l'aide d'un joint de mortier de ciment. C'est la meilleure façon d'assurer la continuité de deux éléments comprimés : le mortier, encore frais au montage, se moule exactement, sous le poids propre de l'élément supérieur, à la forme des tranches, sciées plus ou moins bien, et épouse en particulier toutes les petites déchirures provoquées par la scie aux extrémités des canaux du bois; on évite ainsi l'interpénétration des fibres d'une pièce dans l'autre, les fibres ligneuses d'une pièce ayant de grandes chances de se trouver en face d'une zone de parenchyme de l'autre pièce.

Dans la superstructure, enfin, une poutre sur deux du pont provisoire est supportée par des bracons obliques qui reportent la charge sur les montants adjacents de palées; autrement dit, il n'y a qu'un montant de palée pour deux poutres. Le pied des bracons n'est pas seulement maintenu par les boulons des moises transversales mais il est de plus soutenu par des chandelles boulonnées sur les montants de palée. On peut là aussi prévoir des joints de mortier matés après montage.

DEMI-COUPÉ TRANSVERSALE SUR UNE ENTRETOISE COURANTE

COUPÉ AB SUR ENTRETOISE COURANTE

COUPÉ AB SUR ENTRETOISE D'APPUI

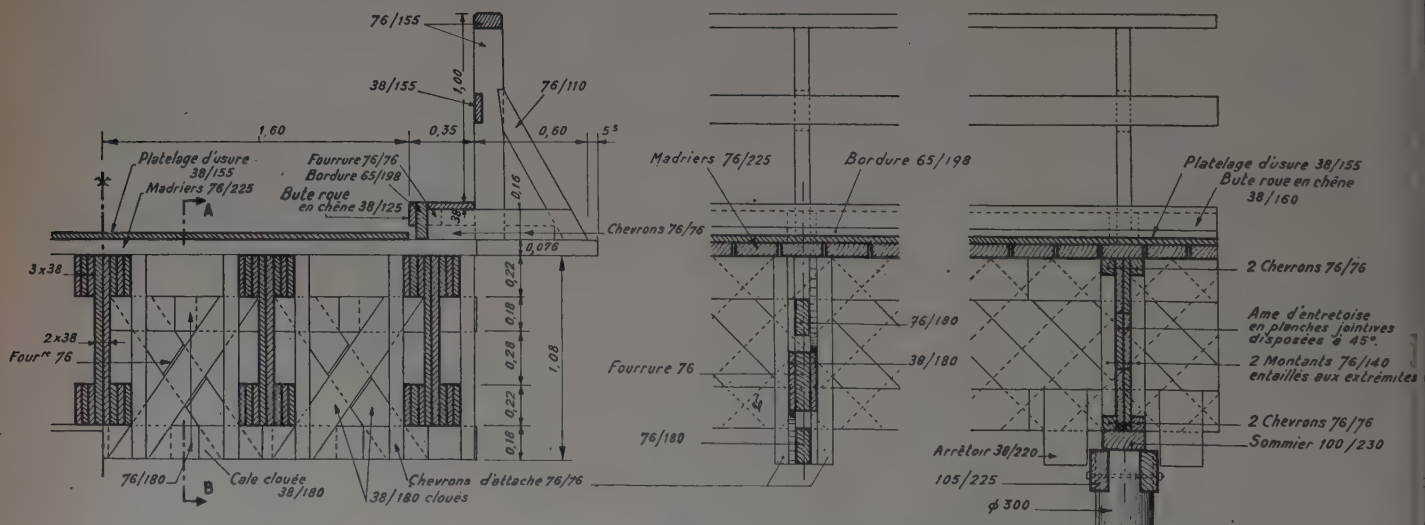


FIG. 55. — Pont-route provisoire en bois de 10 m de portée.

⁽¹⁾ Un exemple de ce genre d'ouvrages peut être vu actuellement : c'est le pont provisoire que le Service des Ponts et Chaussées de la Seine vient d'achever pour permettre la reconstruction du pont de Sèvres sur la Seine. Les travées ont 21 m de portée, et la passe maritime de 24 m est formée d'une travée indépendante appuyée en cantilever sur les travées voisines.



FIG. 56. — Palée en bois pour pont-route provisoire à double voie charretière.

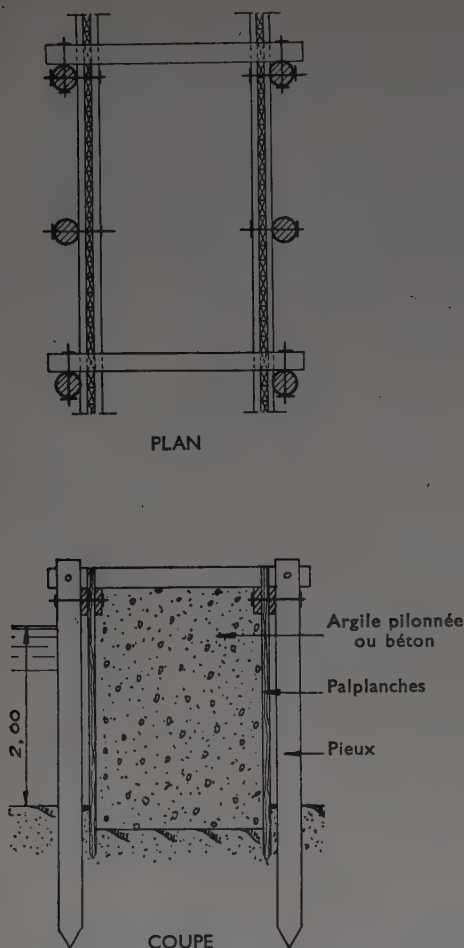


FIG. 57. — Petit batardeau en bois
(type applicable jusqu'à 2 m environ).

C. — BATARDEAUX, CAISSONS, etc.

Un *batardeau* est une construction provisoire destinée à mettre à l'abri de l'eau les fondations d'un ouvrage situées au-dessous du niveau de l'eau : il est constitué par une enceinte à peu près étanche à l'intérieur de laquelle, après avoir épuisé l'eau, les fondations peuvent être exécutées dans les mêmes conditions que sur la terre ferme.

Les batardeaux en bois ne s'emploient plus que pour de petites profondeurs d'eau.

Le type classique est celui de la figure 57 applicable jusqu'à 1,50 m ou 2 m environ quand le battage est possible. Le remplissage se fait en argile ou en béton.

Si le battage n'est pas possible, on peut adopter le dispositif de la figure 58 en cherchant à faire des trous pour engager la base des poteaux. Ici, la stabilité n'est assurée que par le poids de l'ensemble s'opposant au renversement.

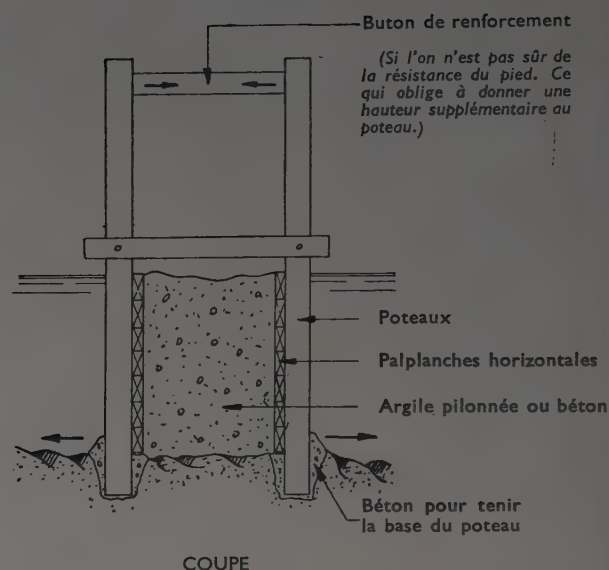


FIG. 58. — Petit batardeau en bois.

On a souvent utilisé autrefois des *caissons* en bois. Maintenant on ne les utilise que rarement et si la hauteur d'eau est faible. Voici (fig. 59) un dessin de batardeau formant caisson, destiné à la reprise d'une pile de pont de la S. N. C. F. La base repose sur les vieilles maçonneries convenablement arasées.

Le bois est utilisé aussi pour le *cadrage* et le *butonnage* des enceintes de palplanches métalliques (fig. 60). Cette charpente de bois peut n'être qu'un appoint de consolidation si la palplanche métallique a une section suffisante pour résister en porte-à-faux sur son encastrement dans le sol; elle a, au contraire, un rôle prépondérant si elle sert d'ossature d'appui aux palplanches : le cadrage est alors conçu pour résister aux poussées horizontales. Il faut veiller au flambement des pièces longues comprimées et réaliser un ensemble bien contreventé et indéformable.

Les batardeaux, caissons et cadrages sont à calculer soigneusement sous les poussées hydrostatiques normales aux parois et s'il y a lieu sous les efforts du courant.

Technical drawing of a rectangular structure with a semi-circular end, showing dimensions and components. The drawing includes the following labels and dimensions:

- Palplanches 8×23** : Vertical plating on the left side.
- 4,30**: Dimension for the width of the left section.
- 4,55**: Dimension for the width of the right section.
- Ancre**: Anchoring points at the top and bottom right corners.
- Bois 30×15** : Wooden reinforcement at the top right corner.
- Ancre**: Anchoring point at the bottom right corner.
- Ceinture 30×15** : Belt or reinforcement at the bottom right corner.
- Raidisseur $\varnothing 22$** : Reinforcing rod at the bottom right corner.
- Butons 30×15** : Buttons or fasteners at the bottom left corner.
- Diagonales de contreventement 8×23** : Diagonal bracing on the left side.
- DÉTAIL M en élévation**: Detail M in elevation, showing a cross-section of the structure.
- 6,60**: Dimension for the height of the structure.
- 8**: Dimension for the thickness of the plating.
- 30**: Dimension for the width of the plating.

DEMI-COUPÉ VERTICALE

Diagonales de contreventement

Butons 8 x 23

Butons 15 x 30

Ceinture 8 x 23

Ceinture 8 x 23

Feutre asphalté

Ciment coulé à l'intérieur du caisson pour assurer l'étanchéité

Ancrages fer U 100 PN

Ceinture 8 x 23

Butons 15 x 30

Raidisseur Ø 22

Ceintures 15 x 30

1750

1050

700

10 m

A

B

C

D

FIG. 59. — Batardeau en bois pour reprise des fondations d'une pile.

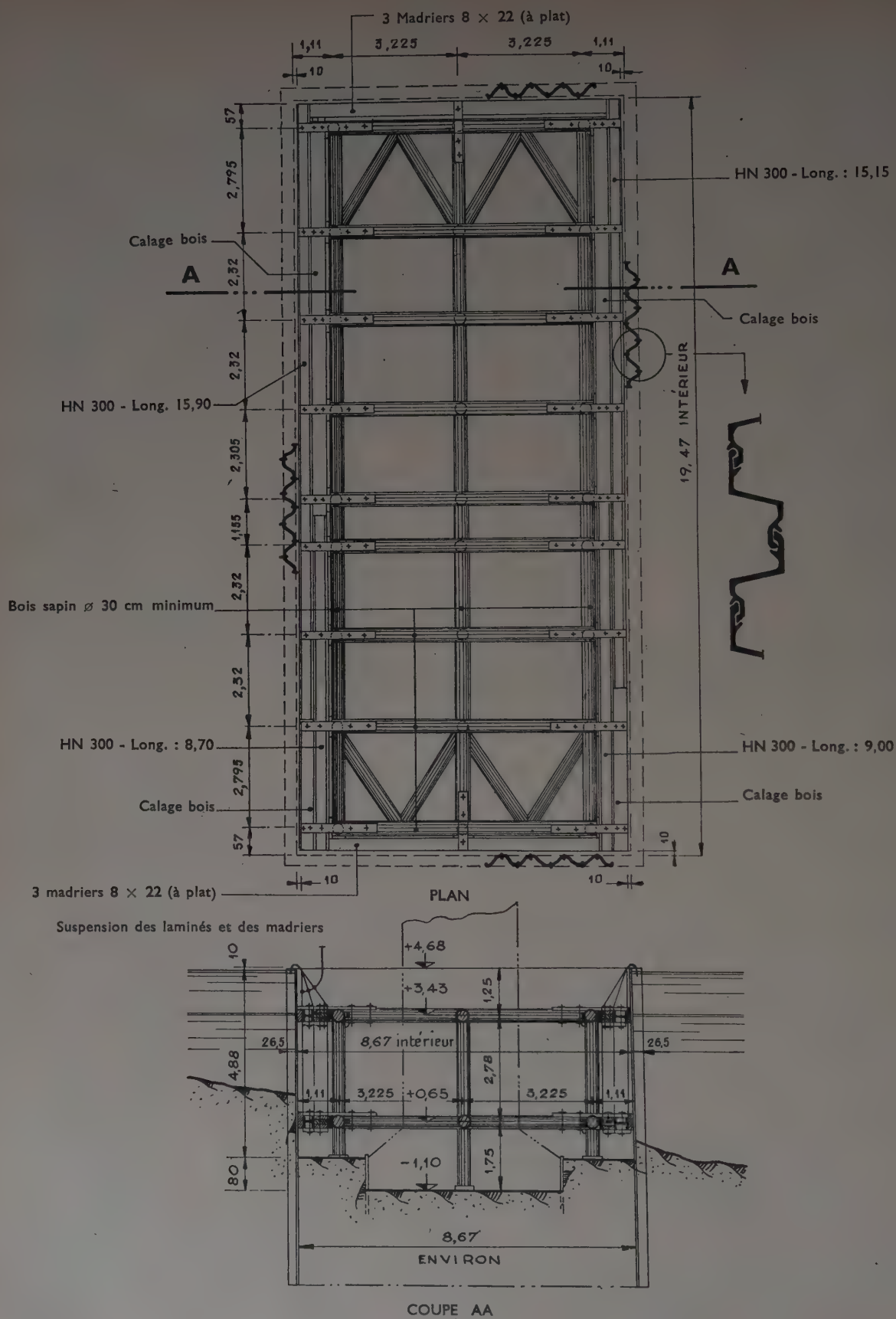


FIG. 60. — Cadrage d'une enceinte en palplanches métalliques.

VI. — PYLONES

Généralités.

Un pylône est un ouvrage élancé d'une assez grande hauteur qui est constitué essentiellement par des arêtières reliés entre eux par des barres de triangulation. Les centres de gravité des sections des bases d'appui des arêtières sur les fondations sont les sommets d'un polygone régulier.

Pour déterminer les sections à donner aux éléments d'un tel ouvrage on commencera par établir une épure de CRÉMONA, les charges, surcharges et efforts extérieurs (dus au vent) auxquels le pylône se trouve soumis étant reportés aux différents nœuds. Il sera toujours possible en partant du sommet du pylône de conduire un Crémone jusqu'à la base.

Cette épure permettra de déterminer la valeur et le sens des efforts dans les différentes barres et de calculer les sections à donner à celles-ci en fonction de la valeur et de la nature de ces efforts; en particulier les barres comprimées devront être calculées en tenant compte du flambement.

Il conviendra en outre, le cas échéant, de tenir compte du coefficient de réduction hygrométrique et de réduire en conséquence la contrainte admissible (norme B 52-001 sur les Règles d'utilisation du bois dans les constructions. Qualités des bois et contraintes admissibles).

Exemple d'un pylône de 70 m de hauteur. Détails d'exécution.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après le dessin (fig. 61) d'un pylône en bois de 70 m de hauteur étudié par M. MOLES ⁽¹⁾. Il est composé de quatre arêtières réunis deux par deux sur chacune des faces par un réseau formé de traverses horizontales et de diagonales obliques, issues du milieu d'une traverse et aboutissant aux nœuds de triangulation de la traverse immédiatement inférieure.

Le profil directeur des faces est constitué par un arc de cercle de 463,50 m de rayon, depuis la base jusqu'à 42 m au-dessus du sol et une droite présentant un fruit de 3 % depuis cette cote jusqu'au sommet.

Les arêtières (voir les coupes) sont formées d'une pièce maîtresse dont l'équarrissage varie de 18 × 18 cm à 10 × 10 cm de la base au sommet. Sur cette pièce sont boulonnées des pièces en aile ⁽²⁾ de 10 cm d'épaisseur et

de largeur variable. Les boulons sont disposés pour résister au cisaillement dans les deux sens. Les équarrissages sont faibles pour permettre de suivre la courbure du pylône.

Les diagonales et les traverses sont constituées par deux moises de 5 × 15 à 5 × 11 cm d'équarrissage. Elles enfourchent les pièces en aile des arêtières.

Cinq planchers intermédiaires sont disposés dans la hauteur du pylône. Ils laissent au centre un vide de 1 m × 1 m.

Les organes s'opposant au flambement des arêtières et des diagonales sont constitués par des barres complémentaires de triangulation (embarrements horizontaux et contre-fiches) créant des nœuds supplémentaires de contre-flambage à mi-hauteur des arêtières et à mi-longueur des diagonales.

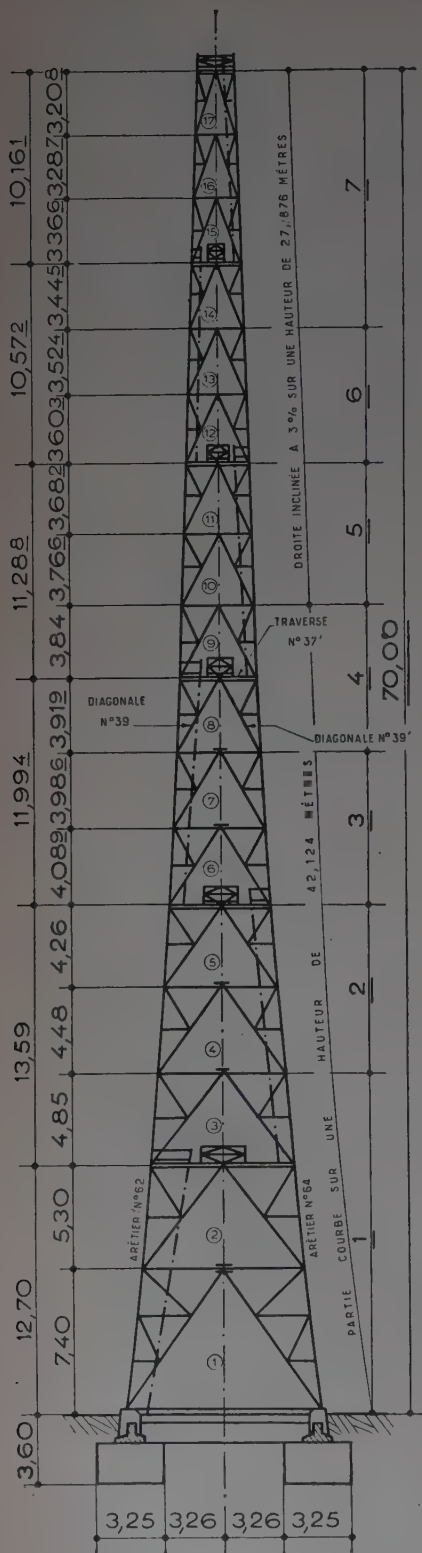
Les joints d'aboutement des arêtières comportent un assemblage à enture droite à mi-bois de la pièce maîtresse d'arêtière et des joints bout à bout des pièces en aile et des pièces extérieures. Ces différents joints sont décalés en hauteur (fig. 62).

Les entures des arêtières sont nécessitées par les changements de section ou par les longueurs maximum des bois qu'il est possible de se procurer. La pièce maîtresse 1 est taillée en paume droite à mi-bois. Sur sa longueur de recouvrement on place le nombre de boulons nécessaire à l'attache de sa demi-section. L'autre demi-section est rachetée par les couvre-joints *a* et *a'* placés dans l'intervalle occupé aux nœuds par les diagonales. Une pièce en aile telle que 2 et 2' est arrêtée au niveau n_1 (niveau supérieur de la coupe de pièce maîtresse). La section est rachetée par les couvre-joints jumelés tels que *d* et *c*, *d'* et *c'*. Une pièce extérieure, telle que 3 et 3' est arrêtée au niveau n_2 au-dessus du précédent et est rachetée par les couvre-joints tels que *a* et *b*, *a'* et *b'*. Ces entures sont disposées en dehors du nœud de triangulation et le plus près possible de celui-ci. Aux changements de section, les différentes pièces sont taillées à la demande.

Les attaches des diagonales et des traverses sont réalisées de la façon suivante. Des deux moises constituant la diagonale, l'une d'elles, celle qui est à l'intérieur, est arrêtée contre la pièce maîtresse 1 dans le plan AB. L'autre est engagée entre la pièce extérieure 3' et la pièce maîtresse 1 (fig. 63).

⁽¹⁾ La conduite des calculs des barres de ce pylône et l'étude de ses assemblages ont été exposées dans deux fascicules précédents des *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* (M. C. B., 9 et M. C. B., 11).

⁽²⁾ La section transversale d'un arêtière affecte, ainsi qu'on peut le voir sur le dessin des coupes 1 et 6, la forme d'une cornière.



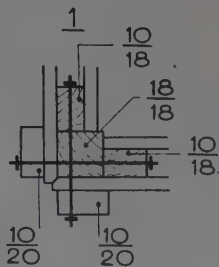
Technical drawing of a mechanical assembly with dimensions:

- Top dimension: 6
- Dimension from top to first step: $\frac{8}{10}$
- Dimension from first step to second step: $\frac{10}{10}$
- Dimension from second step to third step: $\frac{8}{10}$
- Bottom left dimension: $\frac{4}{10}$
- Bottom right dimension: $\frac{4}{10}$

NOTA : Les chiffres
cerclés indiquent les
numéros des panneaux.

Les chiffres soulignés indiquent les numéros des profils des arêtières.

Les traits mixtes représentent les escaliers.



ÉCHELLE

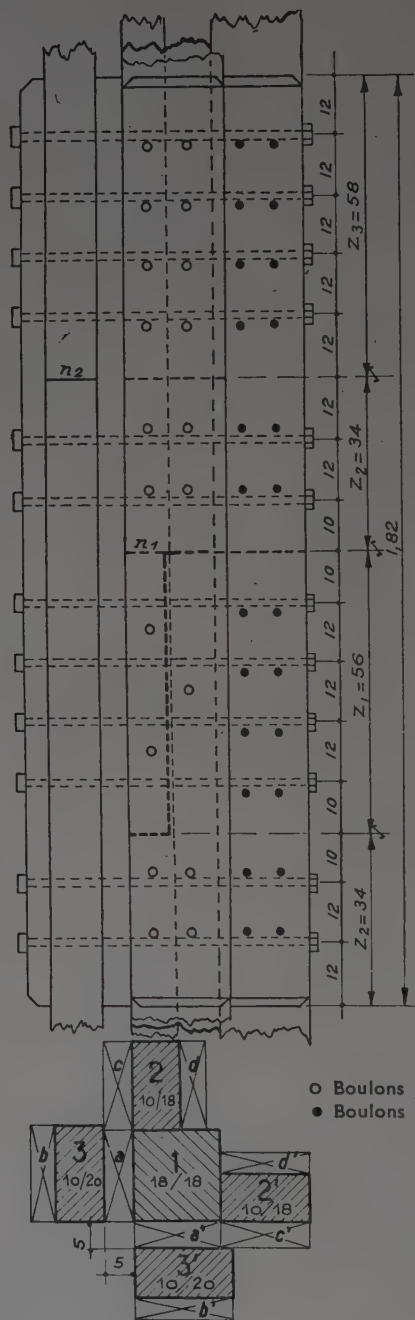


FIG. 62.

FIG. 61. — Pylône de T. S. F.

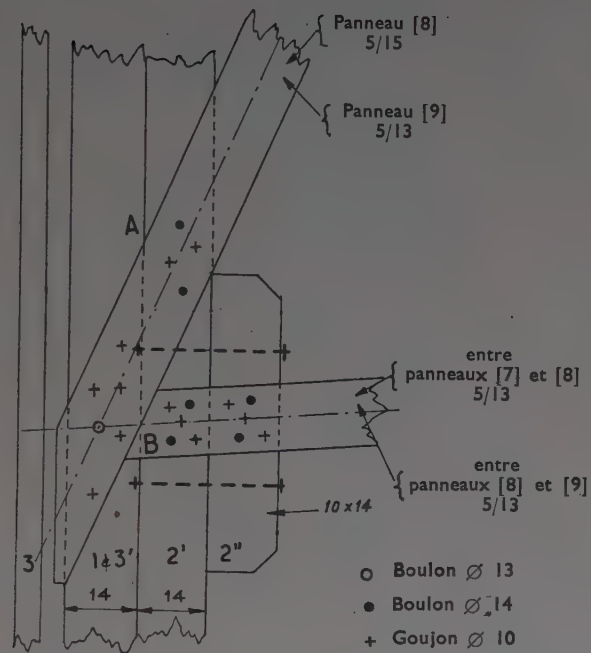
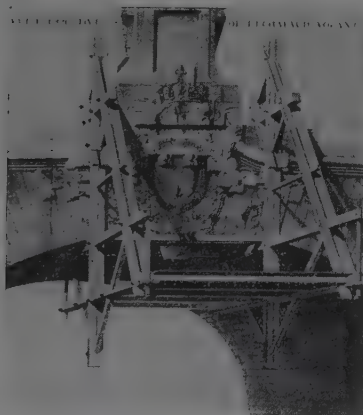
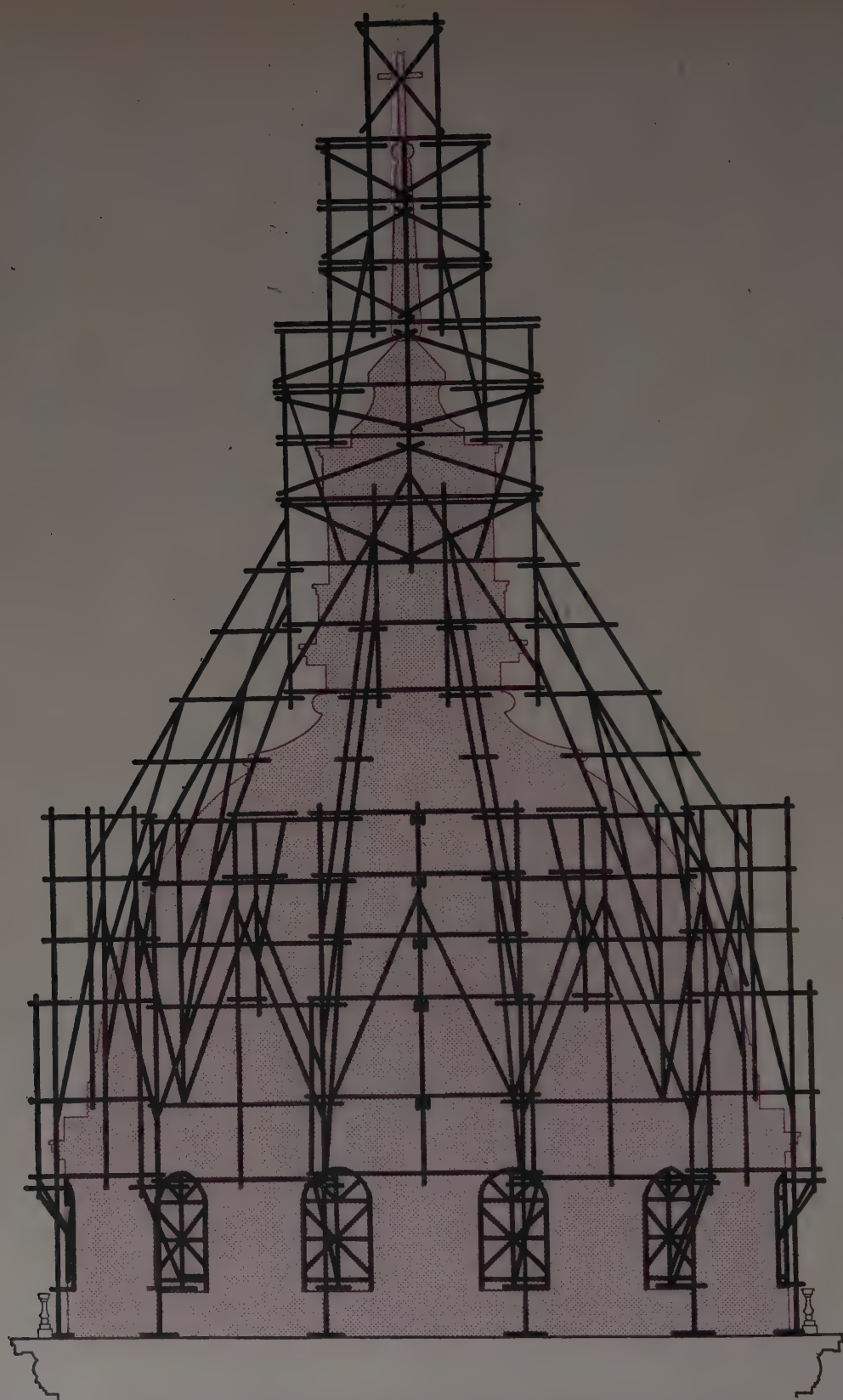


FIG. 63.



Échafaudage volant utilisé pour un travail de sculpture sur un pont de pierre (d'après une gravure ancienne).



Échafaudage du Dôme des Invalides (Entreprise « Les Charpentiers de Paris »).

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e

Septembre 1951

N° 206

Nouvelle série.

TRAVAUX PUBLICS, N° 13

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

EXPOSÉS DU 6 FÉVRIER 1951

Sous la présidence de **M. FROT**, Président de la Fédération Nationale des Travaux Publics.

PROCÉDÉS AMÉRICAINS DE CONSTRUCTION DES ROUTES

Par **M. L. MACLOU**,
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

INFLUENCE DU MACHINISME DANS LA PRODUCTIVITÉ AMÉRICAINE

Par **M. J. A. MACHAT**,
Ingénieur A. M. et T. P.

SOMMAIRE

| | Pages. |
|---------------------------------|--------|
| Introduction | 3 |
| Méthodes de construction | 4 |
| Route en béton | 4 |
| Route à revêtement souple | 5 |
| Etude de la route | 5 |
| Composition de la route | 6 |
| Mise en œuvre | 10 |

SOMMAIRE

| | Pages. |
|--|--------|
| Climat de la productivité | 13 |
| Équipement de l'entreprise aux U. S. A. | 14 |
| Possibilités d'achat de l'entrepreneur américain | 15 |
| Rôle du constructeur | 16 |
| Tendances et emploi du matériel | 17 |
| Méthodes américaines de direction de chantier | 20 |
| Conclusion | 22 |

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

Messieurs,

Les deux conférences que j'ai l'honneur de présider aujourd'hui sont les premières d'un cycle que la Fédération Nationale des Travaux Publics organise pour diffuser les enseignements de la Mission « Productivité Travaux Publics aux Etats-Unis ».

Ainsi que vous le savez sans doute, cette Mission était composée de seize membres appartenant aux diverses catégories professionnelles de l'entreprise divisées en deux sections : l'une spécialisée dans les problèmes routiers, l'autre plus orientée vers le Génie Civil.

Elle séjourna six semaines aux U. S. A. dans le courant des mois d'avril-mai de l'année précédente.

M. MACLOU qu'il est inutile, je pense, de vous présenter, son nom étant attaché depuis de nombreuses années aux

mesures de la technique routière, dirigeait la Section routière. Il a bien voulu dégager pour vous ce soir les tendances actuelles de cette technique dans les Etats qui furent visités par la Mission.

La seconde conférence sera faite par M. MACHAT de l'Entreprise PLANTIVAUD et MACHAT, qui faisait partie de la Section de Génie Civil. Elle s'occupait des problèmes de la mécanisation qui se posent d'ailleurs pour nos entreprises avec une acuité nouvelle.

M. MACHAT s'est attaché à faire une analyse des causes de la mécanisation de l'Entreprise américaine et des heureuses conséquences qu'elle a eues sur le développement de cette profession aux Etats-Unis.

Je donne la parole à M. MACLOU pour la première des conférences.

RÉSUMÉS

PROCÉDÉS AMÉRICAINS DE CONSTRUCTION DES ROUTES

Après avoir donné quelques indications sur la composition et l'état du réseau routier américain, l'auteur décrit sommairement les méthodes de construction les plus couramment employées dans les Etats qu'il a visités.

Les principaux points traités sont :

— Pour la route en béton, la composition et l'application des mélanges;

— Pour la route à revêtement souple :

L'étude des projets;

La composition de la route;

La mise en œuvre des matériaux.

Quelques précisions sont données, notamment en ce qui concerne le classement des sols et la détermination des épaisseurs de chaussée en fonction des charges, la composition des mélanges argileux employés pour les couches de base, l'utilisation des liants hydrocarbonés et du ciment pour la stabilisation des sols naturels, la composition des couches de surface et les matériels utilisés pour la mise en œuvre.

En conclusion, quelques indications sont données sur les essais d'application de ces méthodes qui ont été faits en France depuis la Libération, et leurs possibilités de développement.

SUMMARIES

After giving some information about the composition and condition of the American highway system the author describes briefly the construction methods which were most commonly used in the States which he visited.

The main points discussed are :

— For concrete roads, the composition of the mix and method of pouring;

— For roads with flexible surfacing :

Design of road;

Composition of the road;

Placing of the materials.

Some data are given on the classification of soils and the determination of road thickness as a function of the loads on it, the composition of the clayey mixes used for base courses, the use of hydrocarbon binders and cements for soil stabilization, the composition of wearing surfaces and the plant used for road construction.

In conclusion some information is given on test performed in France on these methods since the Liberation and on their possibilities of development.

INFLUENCE DU MACHINISME DANS LA PRODUCTIVITÉ AMÉRICAINE

Il est difficile en France d'égaliser la saturation mécanique U. S. A. Par contre, cette mécanisation a créé une ambiance et des méthodes de travail.

Nos chantiers ne sont pas à l'échelle américaine, certaines méthodes, certains types de machines ne peuvent nous convenir, la formule productivité U. S. A. ramenée à notre échelle est donc applicable sous quelques limitations. Nous pouvons dire qu'en France le parc matériel existe sous réserve de la partie « entretien » non résolue. Ce qui reste à édifier, puis à perfectionner, c'est le climat de confiance créé par une exploitation raisonnable, ce qu'il faut diffuser ce sont les méthodes de cette exploitation, tant au point de vue entreprise que pouvoir public, entraînant l'adhésion de la partie ouvrière. La mission a acquis la conviction profonde que c'est une réforme d'habitudes, un rajeunissement de l'esprit des Chefs d'entreprises qui pourra créer en France l'ambiance favorable à la compréhension des problèmes où les intérêts nationaux, patronaux et classe ouvrière, trouveront un terrain d'entente sur leurs intérêts communs. Le problème est là plus que dans une importation massive qui serait stérile si nous ne pouvons ou ne voulons modifier nos méthodes.

It is difficult to find an equal in France to the concentration of machinery on American plants, a concentration which has created a particular atmosphere and special methods of work.

Our sites are not so big as American ones and certain methods and types of machines do not suit us, therefore American production methods even reduced to our scale are only applicable with certain limitations.

We can say that in France there is sufficient plant but its maintenance is inadequate. One further point requires developing and improving, that is the atmosphere of confidence which comes from rational methods of working. The underlying principles of this method of working must be explained both from the contractor's and from the public authority's viewpoint so as to ensure the support of the workmen. The mission feels convinced that what is needed in France is a change of habits, a rejuvenation of the attitude of the heads of firms. Only this rejuvenation can create in France an atmosphere favourable to the solution of conflicts between the interests of the State, the employer and the working class. This atmosphere is more necessary than the bulk importing of plant which would be useless if we do not or will not alter our methods.

PROCÉDÉS AMÉRICAINS DE CONSTRUCTION DES ROUTES

Leur application en Louisiane et au Texas.

INTRODUCTION

Au début de ce siècle, le réseau routier américain était à peu près inexistant. Les centres de population n'étaient reliés que par le rail ou la voie d'eau. Quelques tronçons de chaussées avaient été construits par les municipalités au départ des gares ou des ports. Au total 240 000 km, seulement, de chaussées surfacées carrossables en tout temps.

Aujourd'hui, au prix d'un grandiose effort financier et grâce aussi à des méthodes de construction orientées vers l'obtention des rendements les plus élevés, ce réseau compte près de 5 000 000 km de routes dont 800 000 km environ dotées de surfaces de roulement excellentes.

Le classement administratif de ces routes est assez confus.

On distingue cependant un système de routes principales qui se développe sur environ 550 000 km. Ces routes sont toutes placées sous le contrôle des départements routiers des États. Le reste du réseau est considéré comme routes secondaires et géré pour 95 % par les autorités locales, comtés et municipalités.

Parmi les routes principales, 370 000 km qui réunissent les grands centres d'activité du pays, constituent le système régional de routes Inter-États qui bénéficient de la principale aide financière du gouvernement fédéral.

Ces routes, ainsi que les plus importantes des autres routes d'État, sont repérées par des écriteaux portant les lettres US suivies d'un numéro. Elles peuvent être assimilées à nos routes nationales.

Souvent traitées en auto-routes, toujours admirable-

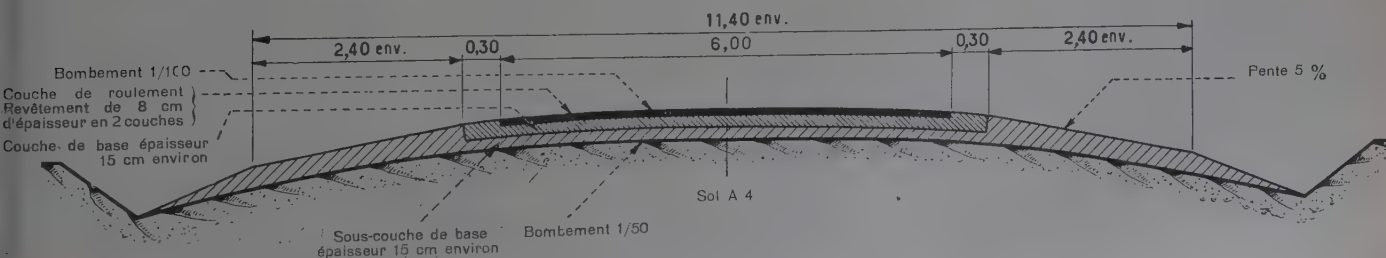
ment tracées et adaptées au trafic qu'elles supportent, elles sont vraiment très belles et très roulantes.

En revanche, dès que l'on s'écarte des routes principales pour s'engager sur des voies peu fréquentées, on tombe sur des chaussées non revêtues qui, malgré un entretien suivi au motor-grader, sont souvent cahoteuses et dans l'ensemble de qualité moyenne inférieure à celles de nos routes secondaires.

Quelle que soit la classe de la route, il faut noter la largeur des emprises et le profil en travers adopté, qui diffère de celui des routes françaises (fig. 1). Les accotements sont arasés au niveau de la surface de la chaussée et traités de manière à permettre aux véhicules de sortir sans difficulté de la zone de circulation normale en cas d'arrêt. Leur largeur minimum est fixée à 1,20 m et atteint souvent 2,50 m à 3 m sur les grandes routes. La pente qui leur est donnée est supérieure à celle des versants de la chaussée et varie de 4 à 8 % suivant la nature de leur surface. Les fossés sont en V à très faible pente, du côté de la chaussée, de façon à faciliter leur construction et leur entretien par des moyens mécaniques. On retrouve là le souci qu'ont les Américains de toujours rechercher la formule qui facilite l'emploi de la machine. C'est le même souci qui a amené à la suppression entre la chaussée et le bord extérieur des fossés de tous les obstacles, bornes, poteaux, arbres qui pourraient gêner l'entretien mécanique des bas côtés.

La forme de profil adopté ne répond pas seulement à un souci de facilité de construction. Elle assure en outre un rapide écoulement des eaux de ruissellement. Après les pluies, il ne reste pas d'eau stagnante sur la route, ce qui évite notamment l'érosion des rives des surfaces de roulement qui restent nettes et à bord franc.

FIG. 1. — Vue en coupe suivant le profil en travers d'une route à revêtement souple.



MÉTHODES DE CONSTRUCTION

Route en béton.

Les méthodes employées pour la construction de chaussées en béton diffèrent assez peu des méthodes connues en France.

En général les spécifications fixent à priori les proportions du mélange à employer. Celles-ci sont souvent données en volume. Par exemple, sur un chantier visité en Louisiane, le mélange comprenait, pour un volume de ciment, deux volumes de sable et trois volumes de gros agrégat.

Cette composition correspond à un taux de ciment d'environ 350 kg/m³.

La quantité d'eau de gâchage admise était de 5,5 gallons par sac de ciment de 94 livres correspondant à un rapport $\frac{E}{C}$ de 0,53 et à une quantité d'eau par mètre cube de béton de 159 l.

Le béton obtenu était évidemment très plastique et se mettait en œuvre avec la plus grande facilité avec une simple machine à poutre lisseuse (fig. 2). Lorsque le béton doit être mis en œuvre par vibration, la composition est différente. Le volume d'agrégat est augmenté par rapport au volume de ciment, mais le maximum d'eau admis est toujours élevé.

La limite tolérée n'est d'ailleurs pas toujours atteinte sur chantier car le béton doit répondre à des conditions de consistance fixées par un essai d'affaissement (slump test), la limite d'affaissement étant de 2 à 3 pouces pour le béton comprimé par lissage et 1 à 1,5 pouce pour les bétons destinés à être vibrés.

FIG. 2. — Chantier de béton en Louisiane.



FIG. 3. — « Formgrader » en action.

Dans la mise en œuvre, le seul point à signaler est que le béton est déposé directement sur le sol sans interposition de couche de propreté ni de papier. La plate-forme, il est vrai, est composée de sol sélectionné, soigneusement compactée et mise au profil au moyen d'une machine spéciale dite « subgrading machine » ou « formgrader ». Cet engin, qui est automoteur et roule sur les coffrages, découpe le sol au moyen de couteaux tournants et évacue les terres en excédent sur les bas côtés de la route (fig. 3).

Il n'y a aucun contrôle de compacité ni de résistance sur le béton fini. Les seules vérifications portent sur le fini de la surface et sur l'épaisseur de la dalle.

On voit qu'il y a peu à retenir des méthodes employées.

La grande maniabilité des bétons américains, en facilitant la mise en œuvre, diminue sans aucun doute le coût de l'ouvrage et permet d'obtenir des surfaces particulièrement bien réglées, mais en contre-partie les bétons réalisés paraissent de résistance insuffisante.

Bon nombre de chaussées en béton sont fortement fissurées et ont même subi des dégradations ayant entraîné la réfection de dalles entières. Cette relative fragilité des chaussées rigides paraît causer beaucoup de souci aux Administrations américaines car le garnissage des fissures et les réparations partielles des dalles ne peut être fait mécaniquement et leur coûte fort cher. Aussi la tendance des techniciens semble-t-elle actuellement en faveur d'une évolution vers des bétons moins plastiques et plus compacts mis en œuvre par vibration.

Route à revêtement souple.

Sa conception est entièrement différente de celle de la route française.

La technique américaine réserve les matériaux de qualité concassés et classés, qui viennent de carrières lointaines et coûtent cher, pour la couche de surface seule soumise à l'usure du trafic.

Les couches sous-jacentes, qui n'interviennent que par leur force portante, sont formées généralement de matériaux naturels, sols ou mélange de sols trouvés sur la plate-forme ou à proximité du tracé. Les matériaux sont répandus en couches régulières, humidifiés et homogénéisés si nécessaire, puis amenés par compactage à leur densité maximum.

L'intérêt économique de la formule est double. D'une part, elle n'utilise pour la plus grande partie de l'ouvrage que des matériaux locaux peu coûteux à extraire et à amener à pied d'œuvre. D'autre part, les opérations de mise en œuvre sont simples et peuvent être réalisées également à bon compte par des engins mécaniques.

Le choix des sols utilisables et des mélanges à opérer laissé tout d'abord au jugement des Ingénieurs est maintenant soumis à des spécifications précises basées à la fois sur l'expérience et sur les lois scientifiques de la mécanique des sols.

L'opération de compactage dont dépend pour une large part le résultat final est aussi régie par des règles strictes basées sur les études de Proctor.

Étude de la route.

La partie la plus importante de cette étude est l'inspection du terrain traversé et la recherche des matériaux utilisables. Cette inspection est faite par des équipes d'ingénieurs spécialisés qui procèdent par forages judicieusement placés.

Elle comporte :

— L'établissement, d'après les résultats des forages de vues en coupes du terrain montrant le tracé des diverses couches de sols rencontrés et indiquant le niveau de la nappe d'eau.

— Le prélèvement des échantillons représentatifs des sols susceptibles d'être employés comme matériaux routiers et leur envoi au laboratoire pour essais.

— L'appréciation des sols en place du point de vue de leurs possibilités d'emploi comme fondation de la chaussée.

— L'examen des routes de la région avec commentaires sur leur tenue en fonction de leur composition, des sols sur lesquels elles sont assises et du trafic qu'elles supportent.

C'est en fonction des conclusions de cette étude préliminaire qu'est établi le projet définitif. Les renseignements très complets recueillis permettent notamment :

— De choisir entre plusieurs tracés celui qui évite les zones de sol de portance insuffisante et qui nécessite les terrassements les moins coûteux.

— De déterminer la composition des couches sous-jacentes de la route et de fixer les zones d'emprunt possibles.

— De déterminer l'épaisseur totale à donner à la route en fonction de la valeur portante des sols en place et du trafic prévu.

En ce qui concerne ce dernier point, des études très complètes ont été faites sur tous les sols rencontrés en U. S. A. qui ont fait l'objet de plusieurs systèmes de classement. Le plus utilisé par les Ingénieurs routiers est celui de l'Administration fédérale des routes, qui comprend sept groupes principaux de sols, numérotés A_1 à A_7 et caractérisés par leur granulométrie et leurs constantes physiques.

Les trois premiers englobent tous les sols qui constituent par eux-mêmes une excellente fondation depuis le terrain alluvionnaire bien gradué jusqu'au sable de dune ou de plage.

Les sols des autres groupes qui contiennent tous plus de 35 % d'éléments passant au tamis 200, sont des limons ou des sables plus ou moins argileux considérés comme de pauvres fondations, sauf à la limite, ceux du groupe A_4 dans les contrées où les effets du gel ne sont pas à redouter.

Pour classer les sols de façon plus précise à l'intérieur de ces groupes, on fait fréquemment usage d'une formule qui permet de donner à chacun d'eux une cote représentative de ses qualités portantes.

Cette cote, dite « index de groupe », est égale à :

$$0,2a + 0,005ac + 0,01bd,$$

dans laquelle :

a est la part du pourcentage du sol examiné passant au tamis 200, comprise entre 35 et 75 ;

b est la part de ce même pourcentage, comprise entre 15 et 55 ;

c est la fraction de la valeur de la limite de liquidité plus grande que 40 et n'excédant pas 60 ;

d la fraction de l'indice de plasticité du mortier plus grand que 10 et n'excédant pas 30.

La formule donne obligatoirement un chiffre compris entre 0 et 20 et on estime que, dans des conditions normales de drainage et de compactage, la valeur portante d'un sol est inversement proportionnelle à la valeur de son « index ».

C'est dire qu'un groupe index de 0 indique un excellent sol, tandis qu'un groupe index de 20 indique un sol très mauvais.

Jusqu'en 1940, l'épaisseur à donner à la route pour supporter le trafic était fixée uniquement par expérience. Cet empirisme donnait des résultats satisfaisants parce que le poids des véhicules à supporter ne s'accroissait

que lentement et que l'extrapolation était possible sans risque d'erreur importante.

L'apparition, pendant la guerre, d'avions de bombardement dont la charge par roue dépassa rapidement celles des véhicules routiers les plus lourds a rendu ces extrapolations, ou dangereuses, ou coûteuses, et conduit les administrations américaines à rechercher des formules qui permettent de serrer la question de plus près en éliminant dans la mesure du possible tout coefficient personnel.

De cette recherche sont nées plusieurs méthodes actuellement en vigueur.

L'une d'elles fait intervenir l'index de groupe du sol considéré. L'épaisseur des couches supérieures de la route, étant fixée à priori à 6 pouces pour un trafic léger, 9 pouces pour un trafic moyen et 12 pouces pour un trafic lourd, la valeur de l'index représente sensiblement l'épaisseur en pouces à donner à la fondation sur le sol considéré quelle que soit la nature du trafic.

D'autres méthodes dont la plus connue en France est celle de l'État de Californie sont basées sur un essai de résistance à la charge du sol à recouvrir, qui est tantôt un essai de résistance au poinçonnement, tantôt un essai de résistance à la déflexion sous une plaque de tôle lourdement chargée, tantôt un essai de résistance à l'écrasement.

Les épaisseurs sont données en fonction du résultat de ces essais et de la charge par roue ou du volume du trafic, par des formules ou des familles de courbes.

Il convient de noter que les résultats obtenus en appliquant plusieurs de ces formules à un même sol ne sont pas toujours concordants. L'abaque ci-contre (fig. 4), tirée d'un manuel de l'Administration fédérale des routes et qui se lit d'elle-même, montre bien cette discordance.

Il semble donc qu'il faille être assez prudent dans le maniement de ces formules, et on comprend la réserve du Gouvernement fédéral qui n'en recommande encore aucune, et poursuit ses investigations avant d'arrêter définitivement son choix.

Composition de la route.

Elle est constituée à partir de la plate-forme par :

- Une couche de base qui répartit les charges sur le sol en place ;
- Une couche de surface destinée à résister à l'usure du trafic et à l'action des agents atmosphériques.

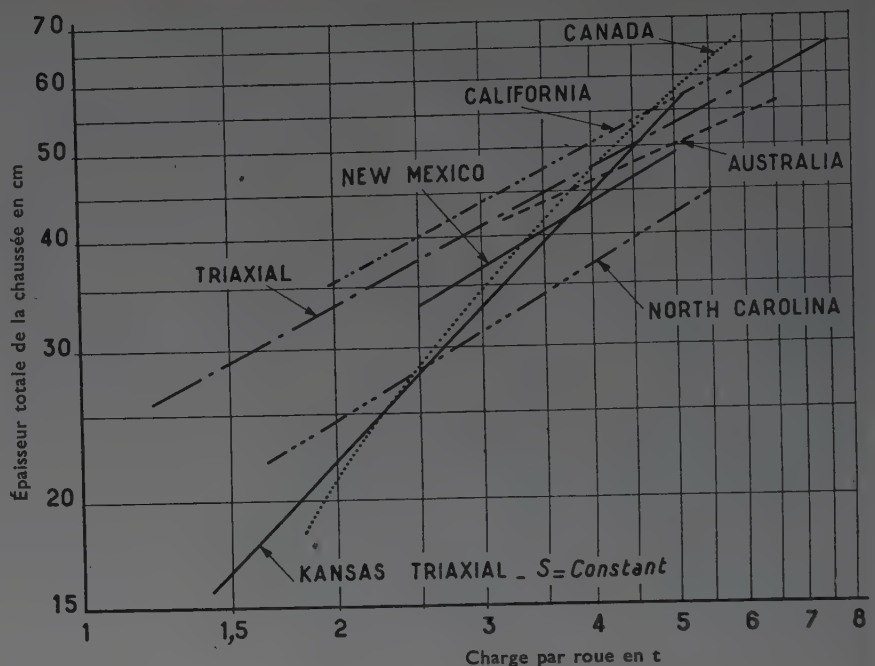


Fig. 4. — Courbes donnant les épaisseurs de chaussées en fonction de la charge pour un CRB donné.

Si la mauvaise qualité du sol de la plate-forme conduit à donner à la couche de base une épaisseur supérieure à 30 cm, celle-ci est divisée en deux couches superposées et l'on rencontre alors de bas en haut en dehors de la couche de surface qui subsiste :

- Une sous-couche qui s'apparente à notre fondation ;
- Une couche de base qui joue le rôle de notre empierrement.

C'est une raison d'économie qui amène à diviser ainsi la couche portante car on peut employer à mesure que l'on s'enfonce dans les sols des matériaux de moins en moins bonne qualité donc moins coûteux.

La sous-couche n'est considérée comme nécessaire que sur les sections de la plate-forme où le sol n'appartient pas à un des groupes classés comme constituant une bonne fondation (groupes A_1 , A_2 , A_3 et même A_4 , dans les contrées où les dégâts du gel ne sont pas à craindre).

Elle peut être constituée soit entièrement de matériaux d'apport, soit par mélange du sol en place avec un agrégat correcteur. Le taux d'argile est, dans la mesure du possible, limité au minimum nécessaire pour lier le mélange ; les matériaux les plus divers sont employés selon les ressources locales : sols sélectionnés, sable, déchets de carrières, coquillages, etc. (fig. 5).

Ils sont répandus sur la chaussée, mélangés s'il y a lieu avec le sol en place préalablement défoncé à la profondeur requise, puis soigneusement compactés.

Si le sol en place est imperméable, de grandes précautions sont prises pour assurer l'évacuation de l'eau



FIG. 5. — Préparation de la plate-forme.

qui pourrait s'accumuler à sa surface, soit après avoir traversé les couches supérieures soit par remontées capillaires. En général la plate-forme elle-même est drainée par des drains sous-jacents. Si pour une raison quelconque on renonce au drainage on donne un fort bombement (1/4 de pouce par pied de largeur) à la plate-forme et la sous-couche de base est prolongée sur toute la largeur, de façon que l'eau puisse s'écouler par gravité dans les fossés sans être retenue par des accotements imperméables (fig. 1).

La couche de base est posée directement sur la sous-couche. Son épaisseur est en moyenne de 6 pouces, soit environ 15 cm. Sa largeur est toujours un peu supérieure à celle de la couche de surface, de façon à assurer un excellent support aux rives de la chaussée et à bien les épauler.

L'agrégat qui la compose contient toujours des éléments granulaires qui constituent le squelette du mélange et supportent les charges. Les dimensions maxima de ces éléments vont de celles d'un sable grossier à celles d'un gros gravillon. Ils doivent répondre à certaines conditions de dureté précisées par les spécifications.

FIG. 6. — Extraction de matériaux d'apport.



Le mélange est complété par des éléments fins qui remplissent les vides du squelette et un liant.

La nature des matériaux utilisés dépend des ressources locales. Elle est donc essentiellement variée. On emploie aussi bien des éléments de roches dures, que des coquillages calcaires tendres ou du minerai de fer. Quand un choix est à faire il se porte sur les matériaux les plus faciles à exploiter mécaniquement.

Les matériaux peuvent occasionnellement être employés tels qu'ils sont extraits, sans correction ou avec la seule sujétion d'un mélange des couches superposées du terrain exploité (fig. 6). Plus fréquemment, il est nécessaire soit de mélanger les produits d'emprunts différents, soit de traiter le matériau extrait par criblage ou même concassage, pour le ramener dans les limites des granulométries admises (fig. 7).

Le liant de beaucoup le plus usité est l'argile. Il faut des circonstances particulières pour qu'on fasse appel aux liants hydrocarbonés et au ciment.

Quel que soit le liant, le mélange doit être bien gradué suivant des proportions fixées par les spécifications.



FIG. 7. — Criblage de matériaux d'apport.

En outre, pour les mélanges liés à l'argile, les constantes physiques, mesurées sur le mortier, doivent s'inscrire dans certaines limites.

Pour un agrégat classique, tel celui d'une route en gravier de 4 cm par exemple, la proportion de mortier entrant dans le mélange doit être au minimum de 20 % et au maximum de 40 % et la quantité de filler ne doit pas dépasser 10 %.

Quant aux constantes physiques, elles sont soumises pour tous les agrégats à gros éléments aux conditions suivantes :

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Limite de liquidité..... | inférieure à 25 |
| Indice de plasticité..... | inférieur à 6 |

Pour les mélanges contenant uniquement des sables et de l'argile, les limites admises sont plus élevées :

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Limite de liquidité..... | inférieure à 30 |
| Indice de plasticité..... | inférieur à 10 |

Généralement les mélanges employés sous nos yeux étaient très maigres (IP de l'ordre de 3).

Il n'est pas toujours possible de trouver à proximité des chantiers des matériaux permettant de constituer des mélanges argileux qui se prêtent avec succès à une simple stabilisation mécanique. Parfois aussi, la route mal exposée, un drainage défectueux, ou la crainte des remontées capillaires rendent une telle stabilisation aléatoire.

On a recours, alors, au sol-ciment ou au sol-bitume.

Le choix, entre ces deux types de liant, paraît plutôt dicté par des considérations économiques que techniques.

Au Texas, où les huiles de pétroles sont naturellement à bas prix, c'est le sol-bitume qui est en faveur.

Par contre, en Louisiane, la préférence est actuellement au sol-ciment et le sol-bitume n'en est qu'au stade expérimental.

Tous les sols qui peuvent être pulvérisés dans des conditions économiques acceptables sont en principe stabilisables par mélange avec du ciment. Mais il est bien évident que, parmi ces sols, certains peuvent demander des taux de ciment inacceptables ou conduire à des mélanges peu maniables.

On ne traite donc, en fait, que certains sols, dont les caractéristiques limites ont été fixées par l'expérience.

Ce sont des sols qui contiennent moins de 50 % de filler et dont la limite de liquidité et l'indice de plasticité sont respectivement inférieurs à 40 et 18.

L'affinité du matériau traité pour le ciment est également un facteur important à contrôler.

La quantité de ciment nécessaire varie généralement entre 7 et 14 % en volume du mélange compacté.

Elle est déterminée par des essais qui tendent à reconstituer en laboratoire les actions auxquelles le sol traité sera soumis sur la route du fait des agents atmosphériques.

FIG. 8. — Chantier de sol-ciment. Répandage du ciment.



Lorsqu'on emploie des sols-ciment, il faut bien avoir présent à l'esprit qu'ils ne sont en rien assimilables à de véritables bétons. Dans un sol ciment, le ciment n'est pas en quantité suffisante pour que le mortier constitué par des éléments fins, enrobe les agrégats granulaires. Le ciment est au contraire dispersé et c'est lui qui est enrobé par les éléments fins du mélange.

Il en résulte que le sol-ciment est très loin d'avoir les qualités de résistance d'un béton et qu'il ne peut par conséquent ni supporter de façon constante de lourdes charges, ni résister à l'action abrasive du trafic. C'est un excellent matériau, mais qu'il faut toujours revêtir d'une couche d'usure et réserver pour les routes à trafic léger ou moyen.

Les sols-bitume sont obtenus par mélange sur place d'un sol finement pulvérisé et d'un liant hydrocarboné. Le résultat recherché n'est pas l'enrobage de tous les éléments de l'agrégat comme dans un béton bitumineux, mais la diffusion intégrale du liant dans le mortier, les éléments minéraux de dimensions supérieures étant seulement sertis dans le mastic bitumineux sans être enrobés. Il est évident que l'on ne peut obtenir un tel résultat que si le sol traité comporte assez d'éléments fins et si ces derniers peuvent être pulvérisés à peu de frais.

En pratique, les Américains ne traitent que des sols contenant au moins 50 % d'éléments passant au tamis n° 4 et dont la limite de liquidité et l'indice de plasticité mesurés sur le mortier sont inférieurs respectivement à 40 et 18.

Les liants les plus usités sont les cut-backs des types RC et MC et les émulsions de bitume à rupture retardée.

Lorsqu'on emploie ces dernières, il est nécessaire d'humidifier assez abondamment le mélange, pour favoriser la diffusion du bitume.

Le taux de liant à adopter dépend non seulement de la composition granulométrique du sol à traiter, mais aussi du climat, de l'exposition de la route et du drainage de la plate-forme. Il varie généralement entre 4 et 6 % du poids du mélange.

FIG. 9. — Chantier de sol-ciment. Mélange au « Stabiliser » des constituants.





Fig. 10. — Chantier de sol-bitume.
Mélange des constituants au motograder et au pulvimixer.

Comme les sols-ciment, les sols-bitume sont considérés uniquement comme des supports et sont toujours recouverts d'une couche de roulement.

Sur les routes peu fréquentées, la **surface de couche** est constituée, comme la couche de base, par un mélange de gravier-sable-argile ou de sable-argile, stabilisée mécaniquement sans apport de liant hydrocarboné, la seule différence dans la composition des deux couches réside dans le taux d'argile, qui est tenu un peu plus élevé, de façon que l'indice de plasticité de l'agrégat mesuré sur le mortier ne descende pas en-dessous de 4, la limite maximum étant de 9.

On obtient ainsi un agrégat qui reste mieux lié par temps sec, sans devenir boueux sous la pluie.

Afin de faciliter le ruissellement des eaux à la surface de la chaussée, on donne à celle-ci un assez fort bombement et une attention particulière est apportée au compactage, de façon à obtenir une densité convenable et à réduire au minimum l'imbibition en cas de pluie.

Malgré les soins apportés à leur construction, malgré aussi l'entretien auquel elles sont soumises par des motor-graders qui les remettent constamment en forme, ces routes ne peuvent supporter qu'un trafic très léger.

Dès que le nombre des véhicules atteint une certaine importance, la couche de base est solidement revêtue d'un épais tapis hydrocarboné. Il semble qu'il y ait là une des raisons des excellents résultats obtenus. Ces tapis épais, outre qu'ils accroissent de façon sensible la résistance de la route, protègent de façon parfaite la couche de base contre les infiltrations des eaux de ruissellement, ce qui paraît essentiel pour la tenue des mélanges argileux dont elle est constituée.

Un autre facteur important de la bonne tenue de la couche de base est la qualité des liants que l'on emploie pour en imprégner la surface avant la mise en place de la couche de roulement. Les Américains disposent avec les cut-backs MC et SC et les goudrons RT d'une gamme complète de liants de fluidité et surtout de durée de séchage très variée qui leur permet d'imprégner de



Fig. 11.
Compactage d'une couche de base.

façon satisfaisante aussi bien les agrégats poreux que les bétons d'argile les plus fermés.

La quantité de liant employée est celle qui peut être absorbée en 24 h. Elle varie entre 0,500 et 2,500 kg/m².

Les revêtements hydrocarbonés sont constitués soit par des revêtements superficiels souvent du type multicouches, soit par des agrégats enrobés en centrale fixe.

Les liants employés pour les revêtements superficiels sont généralement des cut-backs de la série RC, mais on utilise aussi des bitumes purs de pénétration 150/200, des émulsions de bitume et des goudrons.

Le taux appliqué dépend de la qualité, de la dimension et de la porosité de l'agrégat, ainsi que de la viscosité du liant.

En Louisiane, par exemple, les routes importantes reçoivent un revêtement en trois couches de bitume pur, pénétration 150/200, composé comme suit :

Taux de bitume :

| | |
|-----------------------|---------|
| Première couche..... | 1,82 kg |
| Deuxième couche..... | 1,82 kg |
| Troisième couche..... | 0,90 kg |

Gravillons utilisés :

| | |
|----------------------|-------------------|
| Première couche..... | 18 l de 15/30 |
| Deuxième couche..... | 10 l de 8/20 |
| Troisième couche.... | 7 l de gros sable |

Les revêtements en matériaux enrobés sont aussi relativement très épais. Des tapis de 8 à 10 cm en deux couches sont courants sur les routes à grand trafic. Le procédé le plus employé est l'enrobage à chaud en centrale fixe (fig. 12).

L'agrégat est toujours à granulométrie étendue, plus ou moins fermée. Sur les routes à trafic moyen, le matériau employé est souvent un tout venant de ballastière simplement lavé et passé au crible pour éliminer les éléments de dimensions trop élevées. Le liant d'enro-



Fig. 12. — Poste d'enrobage à chaud.

bage est un cut-back visqueux, des classes RC ou MC ou un bitume 150/200.

Si le revêtement obtenu est du type ouvert, la surface est toujours fermée par une couche de scellement.

Sur les routes à grand trafic, la couche de roulement est graduée avec plus de précision et constituée avec des matériaux concassés provenant de roches dures et enrobés avec des bitumes purs de pénétration 40/60 ou 80/100 suivant la technique des bétons bitumineux pleins (fig. 13).

L'enrobage à froid est peu employé en centrale fixe. Il paraît réservé aux travaux de reprofilage ou de rechapage effectués par mélange sur place. Les matériaux employés aux travaux de reprofilage sont de même nature que ceux utilisés en centrale fixe. Pour les travaux de rechapage on utilise les produits obtenus en scarifiant l'ancienne couche de roulement, dont on corrige éventuellement la granulométrie par des matériaux d'apport. Les liants sont des cut-backs fluides dont la durée de séchage est choisie en fonction du degré de finesse de l'agrégat, des goudrons fluides ou des émulsions à rupture retardée.

Avant l'opération de mélange, les matériaux sont mis en cordon sur les accotements et la couche de base est remise en forme compactée et revêtue d'une couche d'imprégnation, afin d'éviter le mélange des matériaux qui doivent constituer la nouvelle couche de roulement avec ceux de la couche de base.

Dans les pays à climat sec que nous avons visités, les agents mouillants sont inconnus. Dans les états du Nord, à climat plus humide, quelques-uns sont, paraît-il, utilisés, mais leur emploi est considéré comme étant encore au stade expérimental.

Mise en œuvre.

Dans la grande majorité des cas, il s'agit de régaler des matériaux à granulométrie complète, de les mélanger avec de l'eau, du ciment ou du bitume, puis de mettre le mélange obtenu en forme et de l'amener par compactage à sa densité maximum.

L'idée originale de l'ingénieur américain a été d'employer pour la pulvérisation des matériaux et leur mélange les engins mécaniques, charrues à disques, cultivateurs à socs ou rotatifs, dénommés « rotary tiller », herse, utilisés dans les fermes pour la préparation des terres de culture.

C'est l'emploi de ces engins agricoles, conjugués avec les niveleuses tractées et les rouleaux à pieds de mouton, qui a permis de démarrer, dans des conditions de prix de revient acceptables, des techniques comme celle des sols-ciment ou des sols-bitume.

Aujourd'hui, ces matériels agricoles sont progressivement abandonnés au profit d'engins plus perfectionnés qui permettent d'obtenir des rendements aussi élevés, avec une précision plus grande dans les dosages.

Le plus simple de ces engins, dérivé du cultivateur rotatif, ou « rotary-tiller » est le « pulvimixer » dont les derniers modèles sont automoteurs et munis de rotors à plusieurs vitesses. Une rampe, équipée avec des diffuseurs et alimentée par une pompe volumétrique dont la vitesse est conjuguée avec la vitesse d'avancement du tracteur, permet d'injecter l'eau ou le liant dans les matériaux pendant leur brassage avec une précision très satisfaisante.

D'autres engins plus puissants qui ne sont guère utilisés que sur des chantiers de sol-ciment ou de sol-bitume permettent de réaliser en un seul passage, l'incorporation du liant et son mélange avec l'agrégat.

L'équipement du chantier est complété par :

— Deux ou trois motograders qui procèdent à la scarification de l'ancienne chaussée et à la mise en forme de la couche de base quelquefois même à l'aération et à la mise en place du sol traité lorsqu'elle n'est pas faite par la machine stabilisatrice ;



Fig. 13. — Épandage de béton bitumineux au « finisher ».

— Un rouleau à pieds de mouton tiré par un tracteur à chenille ;

— Un rouleau à pneumatiques de 8 à 10 t tiré par un tracteur à pneus pour finir la surface.

A ce matériel s'ajoute sur les chantiers de sol-ciment une machine qui évite la répartition à la main du ciment sur le sol à traiter.

C'est une trémie distributrice sur roues à pneumatiques qui s'accroche derrière les camions transporteurs. Le ciment est en vrac dans la benne des camions. Il tombe dans la trémie distributrice qui le répartit régulièrement sur la chaussée au dosage voulu. Le personnel employé se réduit au chauffeur de camion et aux deux hommes qui assurent son accrochage et son décrochage.

Les rendements obtenus avec de tels ateliers sont de l'ordre de 6 000 à 10 000 m² par jour selon les circonstances.

Les mélangeurs mobiles ou « travelling plant », associés avec des chargeurs et quelquefois des spreaders sont également employés pour la réalisation des sols-ciment et des sols-bitume. Le sol préalablement scarifié et pulvérisé est mis en cordon. Le « travelling plant » se déplace dans l'axe de ce cordon qu'il absorbe et rejette après mélange soit dans le spreader soit sur la route où il est repris après séchage et mis en place par un motograder (fig. 14).

Il semble cependant que la place normale des mélangeurs mobiles est plutôt sur les chantiers de reprofilage ou de rechapage d'anciennes chaussées (fig. 15).

* * *

Les techniques et les engins décrits sont aujourd'hui bien connus en France où ils ont été introduits à la Libération.

Nos chantiers routiers classiques se sont mécanisés.



FIG. 14. — Rechapage de chaussée par « Travelling plant ».



FIG. 15. — Construction d'une chape en sol-bitume au Motopaver.

L'emploi des motograders au répandage de la pierre, des finishers à la mise en place des revêtements hydrocarbonés très épais a permis d'améliorer la cadence des travaux et d'obtenir des surfaces de roulement plus parfaites.

En même temps des essais ont été entrepris portant sur la substitution à notre antique hérisson de fondations en tout venant de carrière compacté, sur le rechapage des couches de roulement par la méthode du mélange en place, sur l'entretien mécanique des accotements et des fossés.

Il est encore un peu tôt pour tirer des conclusions définitives de ces chantiers.

Les travaux effectués permettent cependant de se faire une première opinion sur les formules et les méthodes de travail employées.

Sur le plan technique les résultats obtenus semblent très encourageants.

Certes il reste encore des progrès à faire notamment dans le maniement des liants d'imprégnation et dans les mesures à prendre pour tenir les couches compactes hors de tout contact prolongé avec l'eau qu'elles peuvent recevoir de la surface ou de la nappe phréatique par remontées capillaires. Mais dans l'ensemble les chaussées construites tiennent. Elles sont très souples et confortables même à grande vitesse.

Sur le plan économique le bilan est moins prometteur ; c'est que les conditions d'exécution et les problèmes à résoudre sont très différents de ce qu'ils sont en Amérique.

Les difficultés rencontrées sont multiples :

— Chaussées étroites et sinueuses ne permettant pas une utilisation rationnelle des encombrants engins américains ;

— Puissance et prix de ces engins peu en rapport avec l'importance de nos chantiers ;

— Absence de programmes d'ensemble qui permettent une utilisation rentable des parcs;

— Insuffisance de préparation des travaux interdisant tout planning raisonné;

— Bien d'autres encore.

Certes quelques-unes de ces difficultés ne sont que temporaires et s'atténueront ou disparaîtront avec le temps et une meilleure adaptation de tous.

On peut espérer aussi le jour où les constructeurs français mettront à la disposition des entreprises des matériels mieux adaptés que les engins américains à nos travaux et à nos chantiers.

Il restera malheureusement toujours au moins un obs-

tacle au développement de ces formules, c'est notre climat océanique peu favorable, avec ses périodes de pluie quotidiennes, aux travaux de mélange en place qui demandent un temps sec prolongé sans lequel il est difficile d'obtenir le taux d'humidité exigé par le compactage.

On peut donc conclure, semble-t-il, en disant que les formules américaines sont susceptibles d'apporter des solutions intéressantes à nos problèmes routiers, que leur champ d'action s'agrandira au fur et à mesure qu'elles auront été mieux assimilées et adaptées à nos besoins mais que compte tenu des conditions particulières inhérentes à notre pays, il restera toujours une part importante réservée dans nos travaux à nos anciennes méthodes.

M. LE PRÉSIDENT. — *Je remercie en votre nom M. MACLOU de sa conférence qui a été extrêmement sobre et lumineuse et qui fait le point actuel de la question routière en Amérique.*

Je passe ensuite la parole à M. MACHAT pour la deuxième partie de la conférence.

INFLUENCE DU MACHINISME DANS LA PRODUCTIVITÉ AMÉRICAINE

CLIMAT DE LA PRODUCTIVITÉ

Il faut admettre en premier lieu qu'aux U. S. A., spécialement dans la profession Travaux Publics et Bâtiments, la pénétration de la machine est absolue.

En six semaines de visites de chantiers nous n'avons rencontré que deux terrassiers à New-York et six terrassiers à Bonidam, pratiquant ce qu'en France nous appelons du terrassement.

Bien entendu, le briqueteur pose ses briques comme chez nous, mais il est à peu près le seul à ne pas être motorisé.

Son collègue charpentier utilise largement une fraise électrique à main et le charpentier en fer des burineurs et appareils pneumatiques de serrage des écrous.

Donc, sans vouloir entrer, pour le moment, dans les descriptions détaillées du matériel américain, on peut, sans crainte d'erreur, assurer que partout où un moteur a pu se loger, on est certain de le trouver.

Faut-il en déduire que les U. S. A. sont un pays d'hommes robots et que le film de CHAPLIN « Temps modernes » en est, non pas une caricature, mais une image exacte? Non! Et nous pouvons indiquer une des premières constatations :

La machine aux U. S. A., en diminuant la forme de travail, a libéré l'humain avec toutes les conséquences que ceci implique dans la vie matérielle et sociale.

La machine appuie donc de tout son poids sur l'organisation du travail aux U. S. A.

Elle est par ses possibilités infinies le facteur principal qui, seul, a permis l'accélération prodigieuse de l'accroissement de la productivité.

En effet — et je citerai des chiffres et résultats que le temps imparti m'oblige à présenter comme axiomes, bien que provenant de longues discussions — la productivité U. S. A. par rapport à la productivité française se situerait dans notre profession aux environs de 2 à 2,5.

Le pouvoir d'achat d'un ouvrier américain par rapport à un ouvrier français se situe dans les mêmes rapports, cette proportion diminue lorsqu'on examine les échelons supérieurs, ce qui est normal en économie stabilisée, chacun d'eux ayant d'ailleurs plus que largement le moyen matériel de vivre.

Un autre point accepté sans discussion, est que le problème d'augmentation de productivité est, avant tout, conditionné par une ambiance psychologique sur laquelle la partie productrice se déclare d'accord en

apportant son concours absolu; concours d'autant plus aisé qu'elle verra, à court terme, se réaliser les promesses qui lui avaient été faites, et qu'elle est convaincue qu'elle en recevra la plus grosse part.

Il faut en déduire que les deux premiers principes d'une productivité accrue partent d'un bien-être certain de la classe ouvrière et de ses cadres, et réside dans l'accroissement du machinisme d'une part et dans la foi absolue des ouvriers, de leurs cadres et du patronat, que tout effort se répercutera inmanquablement dans un avenir proche et se traduira par une augmentation du bien-être.

Aux U. S. A., ce n'est certainement pas une religion, mais, c'est un dogme accepté; le slogan affiché dans les autobus, les usines, les bureaux et les chantiers se passe de commentaires :

Moins cher nous produisons, mieux nous vivons.

C'est ce climat de confiance et cette ambiance qui, seuls, peuvent expliquer la production véritablement effarante des U. S. A.

Cent dix millions d'individus produisent le tiers des richesses consommables dans le monde entier, les U. S. A. ne possédant que le dixième (1/10) des richesses exploitables.

L'ouvrier américain n'est pas un surhomme, son rendement, en tant qu'individu, n'est pas supérieur à son parallèle français.

Par contre, le rendement des équipes est toujours largement supérieur.

Il faut s'en convaincre, et nous tendons à une autre constatation :

La machine a obligé ses exploitants à une observation très précise des nécessités, à une analyse méthodique des problèmes à résoudre, puis, par synthèse, à une recherche des méthodes les plus propres à diminuer la participation main-d'œuvre et à augmenter le rendement machine.

L'application immédiate dans un climat de confiance et, il faut bien le dire, d'euphorie, permet de soutenir une cadence moyenne élevée dans une atmosphère de bonne humeur soutenue par la concrétisation des promesses envisagées avant l'effort.

Nous nous excusons d'insister sur ces points que le bon sens seul voudrait faire accepter, mais l'expérience américaine met constamment l'accent sur une somme

de méthodes simples appliquée implacablement suivant un programme précis dans l'enthousiasme et la discipline admirables de ce grand peuple sain, obstiné dans son effort commun qu'aucun obstacle ne semble pouvoir arrêter.

En démontant pièce par pièce les rouages infiniment multiples de son organisation, la même admiration fait place à celle ressentie en démontant pièce à pièce l'une de leurs splendides réalisations mécaniques, et la même conclusion s'impose :

Pas de solution mystérieuse, mais l'application raisonnée de principes bien connus diffusés largement par leurs techniciens, réalisés avec le désir de bien faire, en un mot : avec une conscience professionnelle que nous retrouvons à chaque échelon, dans la vie de chacun, dans la constitution des rapports sociaux et matériels.

L'ouvrier américain de nos professions travaille sans prime de rendement.

Il commence généralement à travailler à un âge plus reculé que la moyenne des ouvriers français.

Il est évident qu'il est plus facile de s'adresser au bon sens et à l'intelligence d'un homme qu'une journée de 8 h — la semaine de 40 h étant une règle absolue — et l'usage de la machine réglée par des normes con-

senties par des organisations patronales et ouvrières, n'attaquant nullement sa limite physique, nourrit largement, détendu au point de vue nerveux (la fameuse relaxe américaine n'est pas un vain mot).

Il est donc plus facile de s'adresser à cet homme plutôt qu'à celui que nous connaissons, malheureusement, bien, en France, qu'il soit ouvrier, cadre ou patron.

Il est certainement plus aisé au promoteur d'une firme de rechercher des solutions de progrès dans une atmosphère américaine, son parallèle français devant envisager dans la même journée : solutions fiscales, financières, apaisement de luttes sociales, surveillance d'un rendement difficile à maintenir en France, lutte pour ne pas être submergé, tandis que son collègue américain attaque et va de l'avant alors que lui ne peut que se défendre difficilement pour subsister.

N'oublions pas qu'il existe en Amérique des organismes gouvernementaux spécialisés, conseiller, aidant par tous moyens possibles la création de nouvelles formes d'entreprises, divulguant largement toutes nouvelles branches d'activité et tous procédés permettant d'augmenter le rendement en diminuant les prix de revient.

Il est admis, comme principe absolu, que le rôle du Gouvernement est de faire travailler, et il fait travailler.

ÉQUIPEMENT DE L'ENTREPRISE AUX U. S. A.

Nous examinerons donc comment peut se créer et fonctionner un parc de matériel, quelles méthodes sont employées pour en obtenir le plein rendement et ce que nous pouvons en appliquer à l'industrie française.

Le tableau suivant montre qu'entre 1924 et 1940 le prix unitaire du cubic-yard de terrassement avait diminué de 51 % tandis que l'indice général des prix « Travaux Publics » décroissait de 21 % et que les salaires augmentaient de 122 % :

TABLEAU I

A = augmentation;

D = diminution.

| NATURE du facteur considéré | CHIFFRES de 1924 | CHIFFRES de 1940 | VARIA- TION de 1924 à 1940 | CHIFFRES de 1948 | VARIA- TION de 1940 à 1948 |
|--|------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Terrassement. Prix du cu. yd. Béton..... | 0,43 | 0,21 19,17 | D. 51 | 0,43 51 | A. 105% A. 166% |
| Travaux pu- blics en gé- néral..... | | | D. 21 | | |
| Matériaux.... | | | | | A. 120% |
| Salaires du ma- nœuvre.... | 0,46 | 1,02 | A. 122% | | |
| Moyenne des salaires.... | | 0,64 | | 1,41 | A. 120% |

Cette diminution du prix de revient coïncide avant la guerre avec l'apparition du tracteur à chenilles et du scraper, donnant aux chantiers des possibilités accrues.

Il est bien évident qu'aux États-Unis, après la guerre, une recrudescence d'achat de matériel s'est produite, comme s'est produit en France une inflation de matériel due à la vente des surplus.

Il est curieux de constater quel fut aux U. S. A. le capital investi en matériel, par rapport aux montants des marchés de travaux.

Cette enquête exécutée en 1946-47 portant sur 90 contrats :

TABLEAU II

| NATURE | CONTRAT \$ | MATÉRIEL \$ | POURCENT- TAGE |
|----------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Moyenne des contrats... | 222 250 | 198 633 | |
| Contrat le plus petit..... | 17 000 | 25 000 | 147 % |
| Contrat le plus fort..... | 670 000 | 735 000 | 110 % |

donne un chiffre de 90 % de la valeur des marchés, la durée moyenne des contrats étant de 6 mois.

Ce matériel se décomposait comme suit :

TABLEAU III

| NOMBRE | NATURE de l'équipement | VALEUR en dollars | POURCENTAGE total investi |
|--------|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 852 | Camions | 2 997 000 | 16,7 |
| 365 | Tracteurs avec leur équipement | 5 492 000 | 30,7 |
| 116 | Pelles | 2 944 000 | 16,2 |
| 70 | Remorques | 894 000 | 5,1 |
| 25 | Concasseurs et cribleurs .. | 634 000 | 3,5 |
| 40 | Équipement auxiliaire | 711 000 | 4 |
| 28 | Malaxeurs | | |
| 120 | Niveleuses | 1 211 000 | 6,75 |
| 73 | Rouleaux lisses | 367 000 | 2,1 |
| | Divers | 2 750 000 | |
| | TOTAL | 18 000 000 | |

On aperçoit une prédominance très nette du tracteur à chenilles qui occupe 30 % de la valeur du parc, pelles et camions se partagent chacun 16 %.

POSSIBILITÉS D'ACHAT DE L'ENTREPRENEUR AMÉRICAIN

Comment l'entrepreneur américain réalise-t-il son plan d'équipement ?

— En premier lieu, par un appel au crédit pratiqué aux environs de 2 à 2,5 % pour emprunt à long terme.

Il faut remarquer que l'auto-financement dans les moyennes et petites entreprises, par immobilisation du profit au sein même de la firme, est un mode de finan-

cement que favorise la législation U. S. A. en préconisant un amortissement rapide :

15 à 20 % pour un camion ;
5 à 25 % pour un tracteur à chenilles ;
14 à 25 % pour une pelle.

— La rapidité de paiement (15 à 20 j après remise des situations).

— Paiements bi-mensuels fréquents.

Ceci fait que les intérêts que nous servons aux banques en raison des retards de l'État à nous payer, servent aux U. S. A. à constituer et entretenir le parc de matériel.

Heureux pays où l'on peut entendre un haut fonctionnaire donner les instructions suivantes qui seront réalisées :

« L'administration doit s'efforcer d'assurer à l'entrepreneur une utilisation aussi grande que possible de son équipement, par la préparation et l'exécution de programmes judicieusement étudiés. Le climat de confiance dans lequel travaille un entrepreneur assuré d'un amortissement possible de son matériel est favorable à la diminution des prix de revient » (Christensen), Bureau des Routes, Washington.

L'entrepreneur américain tend à utiliser son matériel au maximum pendant la période du beau temps. L'arrêt est absolu en hiver. Les programmes administratifs, longuement connus à l'avance, lui permettent de prévoir sa campagne suivant ses possibilités matérielles et de se préparer longtemps à l'avance.

Ils permettent ainsi aux moyennes entreprises d'envoyer des groupements possibles. D'autre part, toutes les études sont faites par l'Administration.

Une somme de moyennes entreprises peut soumissionner une gamme de travaux, réservée, en France, aux groupements disposant de puissants bureaux d'études.

TABLEAU IV. — VALEUR RELATIVE DU MATÉRIEL AUX U. S. A. ET EN FRANCE EXPRIMÉE EN HEURES-OUVRIERS

| NATURE DE L'ÉQUIPEMENT | PRIX en dollars | PRIX EN FRANCS | | VALEUR EN HEURES d'ouvriers | | VALEUR EN ANNÉES (*) travail | | RAPPORT |
|--|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------|
| | | aux U. S. A. (dollar à 350f) | en France majoré des taxes | aux U. S. A. (*) | en France | aux U. S. A. | en France | |
| Tracteurs 130 ch avec treuil et bulldozer | 15 943 | 5 570 000 | 9 250 000 | 8 840 | 46 250 | 3,69 | 19,3 | 5,2 |
| Tracteurs 130 ch avec treuil et scraper 14 cu. yd. | 23 993 | 8 400 000 | 13 900 000 | 13 300 | 69 500 | 3,55 | 28,1 | 5,1 |
| Niveleuse 100 ch | 11 000 | 3 850 000 | 6 300 000 | 6 050 | 31 500 | 2,52 | 13,1 | 5,2 |
| Pelle 700 l. | 15 600 | 5 450 000 | 9 050 000 | 8 550 | 42 250 | 3,60 | 18,5 | 5,25 |

(*) Le salaire du conducteur américain a été estimé à \$ 1,80 de l'heure, charges sociales comprises s'élevant à 10 % environ, se décomposant comme suit :

| | |
|--|-------|
| Taxe de chômage | 3 % |
| Sécurité Sociale pour pension vieillesse | 1,5 % |
| Assurance travail | 5 % |

Le salaire du conducteur français a été estimé à environ 200 F, charges sociales comprises.

(*) L'année de travail est comptée à 2 400 h.

Elles soumissionnent à chance égale, la cascade de taxes de chiffre d'affaires n'existant pas aux U. S. A.

Il ne faut pas perdre de vue qu'en Amérique, le bas prix d'achat du matériel est une des raisons du développement de la machine, joint évidemment, pour une part moins importante, à la rareté de la main-d'œuvre.

En France, le matériel américain coûte, en valeur absolue, environ : 1,70 fois la valeur départ usine.

La cascade des taxes fait que le dollar coté à 350 revient à l'entrepreneur de 560 à 610.

Les différences de prix en nombre d'heures d'ouvriers calculées à 200 F pour le conducteur français et 1,80\$ pour le conducteur américain, charges sociales incluses puisque représentant un salaire indirect, sont données dans le tableau IV.

On peut conclure qu'en Amérique la machine coûte cinq fois moins cher à l'entrepreneur américain qu'à son confrère français, et il faut ajouter l'énergie électrique six fois moins chère, l'essence onze fois moins chère.

A ce sujet, il faut noter que les taxes sur les carburants routiers vont directement au budget de la route.

On pourra donc comparer maintenant les différents postes, par exemple sur l'opération terrassement :

Elle donne les chiffres suivants pour le matériel :

| | U. S. A. | FRANCE |
|--------------------------------|-----------|-----------|
| Amortissement plus réparation. | 30 à 35 % | 41 à 45 % |
| Utilisation carburant) | 12 à 14 % | 25 à 26 % |
| Pièces de rechange } | | |

ROLE DU CONSTRUCTEUR

Voyons maintenant comment la machine est créée et distribuée par le constructeur américain.

Il est d'une règle constante, quelle que soit l'industrie de ne livrer que des produits parfaitement au point, étudiés longuement par des prototypes mis à la disposition de l'entreprise, à des prix très bas et modifiés par l'expérience du chantier.

Il est fréquent que l'entrepreneur modifie profondément le matériel mis à sa disposition, l'usinier suivant attentivement ses modifications et les copiant lorsqu'elles sont terminées.

L'exemple du Loader créé en lames horizontales par EUCLIDE, puis transformé en lames verticales après deux ans de travail et modification sur le chantier par un entrepreneur, puis proposé maintenant en série, en est une illustration-type.

Cet état d'esprit de collaboration entre l'entrepreneur et son constructeur franchit ce stade et l'administration y participe activement, étudiant ses projets en fonction du matériel possible, suscitant des sujétions aux constructeurs de matériels et lui faisant part de ses observations personnelles.

C'est ainsi que nous trouvons des tunnels de section calculés pour permettre l'abatage au Jumbo, plates-formes, accotements, fossés, talus de routes, prévus pour l'utilisation de la niveleuse, machine d'épandage à grand rendement, dimensionnements des ouvrages éliminant tout ce qui ne peut être fait mécaniquement, même au détriment d'une diminution du prix de l'ouvrage, compensé par le gain de rapidité.

Cet effort se concrétise par la création sur le plan national de commissions tripartites étudiant l'orientation de la construction des engins, leur normalisation permettant à l'Administration d'étudier les projets en partant du type de matériel que l'entrepreneur pourra trouver sur le marché.

Contrairement à l'ensemble de ses collègues français, le distributeur de matériel est un dispensateur de conseils techniques et le promoteur des perfectionnements possibles du matériel déjà vendu ; servi par une documentation technique abondante et précise, il suit atten-

tivement les efforts de son client qui sait trouver chez lui la documentation et l'aide technique qui lui permettra d'abaisser son prix de revient et ce qui dans l'esprit de l'acheteur légitime la marge bénéficiaire du représentant.

Le concessionnaire de matériel aux U. S. A., par suite du volume de ses ventes, peut être aussi à cause de l'âpre concurrence de ses compétiteurs, met au service de l'entrepreneur un personnel spécialisé pour le conseiller dans l'utilisation et l'entretien du matériel. En outre, il dispose d'un stock important de pièces de rechange permettant à l'entrepreneur de ne pas avoir à immobiliser un capital pour la constitution de son propre stock.

Le problème des réparations et des délais pour attente de pièces qui est un des plus délicats que nous ayons à résoudre ne se pose pas pour l'entrepreneur américain.

Dans bien des cas, le concessionnaire est outillé pour réaliser les réparations les plus importantes et à des prix de revient extrêmement intéressants. Ce sont ces conditions qui échappent au premier abord mais dont l'incidence sur le rendement des chantiers est considérable et qu'il est nécessaire de préciser lorsqu'on s'efforce d'expliquer pourquoi il est difficile d'obtenir en Europe avec le matériel américain les mêmes rendements que ceux obtenus aux U. S. A.

Que peut-on souhaiter trouver auprès des constructeurs français ? Leur situation est à peu près la suivante : si on compare trois types de base courants : une pelle, un camion et un tracteur, il apparaît que l'acier ou la fonte sont à des prix voisins des conditions américaines, l'énergie de transformation est plus chère et la main-d'œuvre nettement moins chère.

Par contre, les temps passés au montage sont généralement cinq fois plus élevés qu'aux U. S. A. ceci pour de multiples raisons dont nous supportons les conséquences, raison qui n'entre pas dans le cadre de cette étude.

Il est souhaitable que des contacts, fédérations, utilisateurs, administrations et constructeurs soient réalisés à bref délai.

TENDANCES ET EMPLOI DU MATÉRIEL

Quels sont les tendances et les matériels les plus fréquemment rencontrés ?

L'impression est que le matériel approvisionné sur chantier est extrêmement nombreux, cette impression exagérée est due spécialement au fait que des matériels de terrassement identiques circulent à grande vitesse, sans ménagement apparent, parce que conduits intelligemment à la limite de rupture.

Les chemins de circulation sont entretenus avec un soin minutieux, permettant des vitesses de 25 à 40 km/h, l'utilisation du cylindre et de la niveleuse étant compensée par une diminution de 35 à 50 % du matériel roulant.

Bien entretenu, il s'arrête apparemment peu; les tableaux V et VI vous donneront une idée exacte.

On peut en tirer la conclusion qu'observant les prix pratiqués en France, il n'est pas possible que les entrepreneurs français tiennent compte des immobilisations enregistrées, pas plus d'ailleurs que des frais d'amortissement et d'entretien réels.

Le parc de matériel possède généralement des engins identiques minutieusement prévus pour réduire les arrêts pour panne, mais soigneusement calculés pour réduire les pertes dues au matériel inutilisé. On peut vérifier que partout où une économie peut être réalisée, elle existe tant dans le matériel de secours que dans les constructions annexes.

La chasse au gaspillage est une règle absolue contrairement à l'opinion répandue d'une certaine facilité due à des marges bénéficiaires généreuses.

La nécessité d'éviter d'employer de la main-d'œuvre crée une solution différente suivant le type de l'entreprise.

Les grosses entreprises résoudront un problème spécial en transformant profondément un matériel existant, les petites entreprises utiliseront un matériel plutôt universel.

Un exemple classique est celui d'un tracteur D8, muni d'une pelle rétro à l'arrière et d'un dispositif de grue sur le côté, permettant le terrassement et la pose

TABLEAU V. — PELLES MÉCANIQUES (Étude n° 3).

Étude de l'utilisation des pelles mécaniques
de dix chantiers routiers situés dans l'Est et le Sud-Est des U. S. A.

Décomposition des 1 640 h d'utilisation possible
des seize pelles étudiées.

| NATURE DES FACTEURS | % DU NOMBRE TOTAL d'heures effectives | |
|--|--|--------|
| | Moyenne | Limite |
| Nombre total d'heures d'utilisation possible..... | 100 | 100 |
| Arrêt pour réparations importantes (plus de 15 mn)..... | 42 | 4-80 |
| Nombre total d'heures, arrêt réparations importantes déduit..... | 58 | 20-96 |
| Arrêt pour petites réparations (de moins de 15 mn)..... | 21 | 5-42 |
| Nombre d'heures effectives d'utilisation..... | 37 | 14-70 |

Classification par ordre d'importance
des arrêts de plus de 15 mn.

| | |
|---|----|
| Pluie et terrain détrempé..... | 28 |
| Réparations et entretien..... | 10 |
| Ouverture des emprunts, nettoyage de la plate-forme de travail..... | 1 |
| Enlèvement des racines et rochers... | 1 |
| Avancement de la pelle..... | 1 |
| Divers..... | 1 |
| Soit..... | 42 |

Classification par ordre d'importance
des arrêts de moins de 15 mn.

| % DU NOMBRE D'HEURES possibles diminuées des arrêts importants | |
|---|----|
| Insuffisance d'engins évacuateurs..... | 12 |
| Préparation de l'emprunt..... | 7 |
| Avancement de la pelle..... | 4 |
| Réparations et entretien..... | 4 |
| Attente de la pelle lorsque les engins évacuateurs sont en nombre suffisant mais ne disposant pas d'une surface suffisante pour un départ facile..... | 3 |
| Entretien de la plate-forme de travail et des chemins d'accès..... | 2 |
| Évacuation des rochers et racines.... | 2 |
| Arrêt de l'opérateur..... | 1 |
| Divers..... | 1 |
| Soit..... | 36 |

L'étude a été faite sur dix chantiers où au total seize pelles mécaniques étaient utilisées, de capacité comprise entre 950 et 2 000 l. La durée totale sur laquelle portent ces statistiques est de 16 mois.

Conclusion. — Le nombre d'heures effectives d'utilisation n'est que les 37 % de la durée totale d'utilisation.

de canalisations, ceci s'ajoutant aux équipements normaux pour scrapers, permettait de creuser, poser, remblayer avec trois hommes une longueur de canalisation importante (200 m en 8 h).

La petite pelle Quickway sur camion est également une de ces machines à usages multiples opposée apparemment à l'idée U. S. A. de spécialisation à outrance; s'arrêtant malgré tout aux limites financières, le bon sens reprenant ainsi ses droits.

Si, scraper et niveleuse sont les engins de base du chantier et puisqu'il est impossible de décrire ici l'ensemble du matériel rencontré aux U. S. A., nous nous bornerons par contre à préciser les caractéristiques de machines d'usage constant et moins pratiquées en France.

Pour sa simplicité de montage et de déplacement, l'entrepreneur U. S. A. préfère la grue sur pneus ou chenilles dotée de flèches allant jusqu'à 50 m de hauteur et succédant dans la construction de l'ensemble au Derrick toujours employé par le constructeur de la partie métallique.

Cette grue est généralement doublée sur les constructions importantes par un monte-charge extrêmement

rapide desservant les étages à la vitesse habituelle des ascenseurs américains et permettant la traditionnelle livraison d'un étage par semaine quelles que soient les dimensions de l'ouvrage.

Tombereaux ou semi-remorques à un ou deux essieux transportant de 10 à 23 m³ à une vitesse de 25 à 40 km/h utilisant des tracteurs Diesel de 100 à 200 ch et montés

TABLEAU VI

SCRAPER ACCOUPLE À UN TRACTEUR A CHENILLES

(Étude n° 10).

Répartition des 3 900 h d'utilisation possible de ces unités.

| | LIMITES | MOYENNE |
|---|---------|---------|
| Nombre total d'heures d'utilisation possible..... | 100 | 100 |
| Arrêts importants (de plus de 15 mn.)..... | 14-66 | 37 |
| Nombre total d'heures d'utilisation, arrêts importants déduits..... | 34-86 | 63 |
| Arrêts de moins de 15 mn..... | 3-12 | 4 |
| Nombre d'heures effectives d'utilisation..... | 31-78 | 59 |

Classification par ordre d'importance des arrêts de plus de 15 mn.

| | |
|---|----|
| Mauvais temps..... | 25 |
| Réparation et entretien..... | 8 |
| Attente pour opérations auxiliaires (nettoyage des emprunts, compactage)..... | 2 |
| Divers..... | 2 |
| Soit..... | 37 |

Classification par ordre d'importance des arrêts de moins de 15 mn.

| | % DU NOMBRE TOTAL d'heures d'utilisation diminué des arrêts importants |
|---|--|
| Entretien et réparations..... | 2 |
| Attente du pousseur..... | 1 |
| Entretien des pistes de circulation.... | 1 |
| Arrêt dû au personnel..... | 1 |
| Divers..... | 1 |
| Soit..... | 6 |

L'étude porte sur une durée de deux ans, les scrapers ayant des capacités comprises entre 8 et 19 cu. yd., les tracteurs ayant une puissance comprise entre 70 et 150 ch. Au total 41 unités ont été suivies sur onze projets dans des États différents.

Conclusion. — Il se dégage des statistiques établies que la durée effective de marche n'est que les 51 % du nombre total d'heures d'utilisation possible.

FIG. 1. — Mise en place de béton par grue sur chenille 50 t.



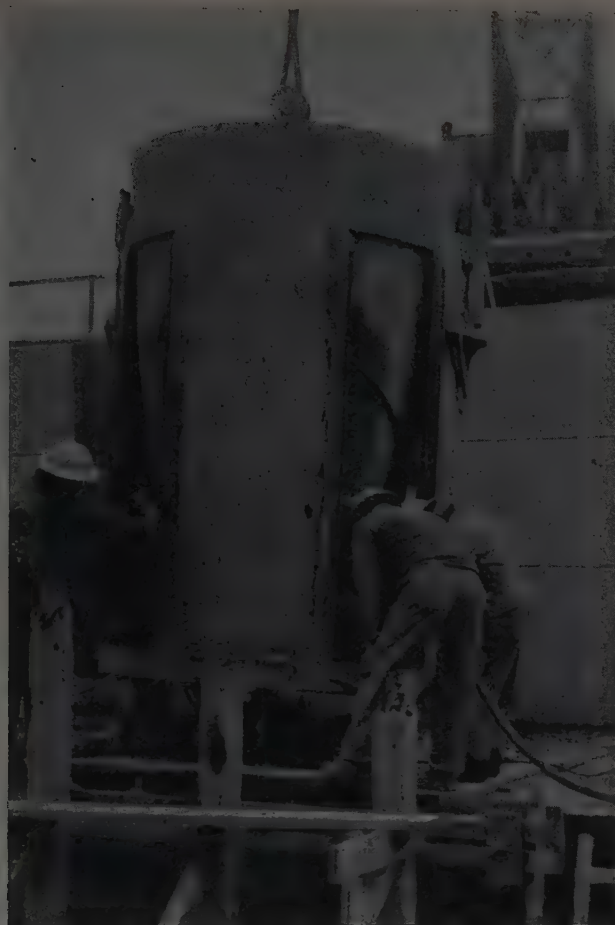


FIG. 2. — Benne à ouverture par air comprimé.

sur des pneus à basse pression, ont, là-bas, une préférence marquée sur le camion solo, représentant le matériel dont les U. S. A. tirent le meilleur rendement, par l'excellence des pistes de circulation traitées et entretenues d'une façon remarquable.

On ne peut passer sous silence, malgré quelques difficultés de généralisation, le « Loader » constitué par un tapis élévateur de 1,20 m supporté par un châssis sur chenilles tracté ou poussé par deux tracteurs à chenilles de 100 à 130 ch sur lesquels les boîtes automatiques hydrauliques marquent une supériorité importante.

Cette machine permet de couper, au moyen d'une lame de 2 m, horizontalement ou verticalement, une passe de 30 % que le tapis élévateur charge sur tombereaux à une cadence de 2 à 300 m³/h, assurant la charge d'un tombereau de 7 à 15 m³ en un temps variant de 20 à 40 s.

La station de béton joue dans l'industrie américaine un rôle prépondérant, que ce soit sur chantiers ou dans la plus petite ville (Kansas-City 1 million 500 000 habitants possède quinze stations de vente); qu'elle soit

classieuse de matériaux utilisant le camion de transport comme malaxeur ou centrale-classement et malaxage, sa présence modifie profondément la physionomie du chantier urbain, résolvant l'emplacement du stockage des matériaux et permettant une souplesse infinie du coulage, se basant sur l'apport d'une ou plusieurs centrales permettant d'abaisser le prix de revient par la rapidité d'exécution et permettant de plus l'établissement de la centrale aux dimensions maxima dans un lieu où les raccordements ferrés ou routiers permettent un emplacement, diminuant les frais de manutention.

Notons au passage un engin de manutention presque inconnu en France et généralisé en Amérique, car sa formule permet d'abaisser énormément les frais de manipulation de terre, gravier ou cailloux; il s'agit d'un tracteur à chenilles ou à pneus, muni d'un godet variant de 400 à 800 l relevé par deux vérins.

Le chargeur pénètre dans le stock à manipuler et l'élève rapidement, permettant de charger un camion ou un élévateur à courte distance de transport, de 10 à 20 m.



FIG. 3. — Tri et classement d'enrochements au bulldozer.



FIG. 4. — Transport du béton au barrage de Bony-Dam par bétonnière mobile sur camion.



FIG. 5. — Chargeuse sur pneus. Chargement.



FIG. 6. — Chargeuse sur pneus. Rechargement.

Son rendement est absolument imbattable par tout autre moyen de manipulation.

En matière de tunnel, depuis une vingtaine d'années les Américains utilisent deux appareils qui transforment les méthodes d'avancement. Le Jumbo ou chariot de perforation et une pelle spéciale pour le chargement des déblais appelée Mucking Machine. Ces deux engins remplacèrent en particulier les marteaux pneumatiques montés sur trépieds ou en colonnes et permirent le développement de l'attaque en pleine section appelée full-face.

Ces conditions généralisées pour tous les travaux de souterrains aux U. S. A. entraînent des vitesses d'avancement deux à trois fois supérieures à celles qui étaient couramment réalisées en Europe.

Ces équipements ont déjà été introduits en France. Il semble qu'il soit possible de généraliser leur usage pour nos chantiers de galeries des usines hydro-électriques comprises dans notre plan d'équipement. Mais, là, plus qu'ailleurs, on ne doit pas oublier que le rendement que permettent ces engins suppose : entraînement,

adaptation du personnel et une organisation des chantiers sans lesquels les résultats obtenus seraient loin d'être ceux que l'on avait escomptés.

Quel que soit le domaine envisagé, concluons en disant que de nombreux engins conçus aux U. S. A. sont utilisables en France ou dans nos territoires d'outre-mer.

Cependant, si l'on veut éviter certaines erreurs préjudiciables au rendement, il faut rappeler que nos chantiers ne sont pas à l'échelle des réalisations américaines. Ce qui les caractérise essentiellement est leur petite capacité. Aussi doit-on s'efforcer de choisir les types d'engins désignés qui peuvent être utilisés indifféremment sur plusieurs genres de chantiers. Il est d'ailleurs plus facile de les amortir rapidement. Enfin, souhaitons que les constructeurs français conscients de leur possibilité et de l'ampleur du marché qui s'offre à eux s'orientent vers la fabrication type qu'ils pensent produire à des conditions économiques eu égard à leur possibilité d'écoulement.

FIG. 7. — Jumbo au travail.



MÉTHODES AMÉRICAINES DE DIRECTION DE CHANTIER

Pour que ce matériel supporte un rendement maximum, il faut qu'il soit adapté à la nature du travail, conduit à plein rendement, entretenu soigneusement, et réparé dans le minimum de temps, pour permettre l'utilisation généralisée de plusieurs postes compensant l'arrêt absolu de l'hiver et du mauvais temps.

Le personnel d'encadrement, peu nombreux; provient, soit d'écoles spécialisées, soit par promotion et sélection des ouvriers qui progressent normalement suivant leur valeur.

La sélection impitoyable laisse subsister des cadres très spécialisés. Il est général que posant une question concernant un travail assez voisin de celui pratiqué, on s'entende répondre : « Ceci n'est pas mon job ».

L'interlocuteur questionné connaît toujours d'une façon parfaite le métier dont il s'occupe, mais veut ignorer totalement les questions qui ne sont pas de son ressort.

Il est par contre, non seulement un chef ou un employé respectant totalement la discipline du chantier et remplissant sans contrôle permanent la tâche qui lui est confiée, mais il est de plus un éducateur rompu à l'explication des détails de son métier. Il ne laisse travailler ses subordonnés que lorsque la tâche est parfaitement comprise et réalisée suivant les principes déterminés par le bureau de méthodes.

Je me souviens personnellement de la douce mais ferme obstination avec laquelle un chef-démonstrateur à Bony-Dam m'initiait au pilotage d'un tombereau de 20 cubic yards; tant que démarrages, accélérations, passages de vitesses, virages ne furent pas ceux du standard de conduite, il persista avec une patience inépuisable, arborant le plus large sourire lorsqu'enfin, nous suivions à la lettre les directives du constructeur.

De plus, l'obéissance et la faculté de travailler en équipe sont vraiment admirables et concourent à obtenir les meilleurs résultats d'une analyse impeccable des opérations de détail à réaliser.

Si nous ne pouvons prétendre égaler la puissance mécanique d'un chantier U. S. A., nous pouvons et nous devons nous pénétrer de l'application de leurs méthodes qui sont payantes immédiatement, sans attendre l'amélioration des conditions économiques.

L'application en sera peut-être plus compliquée qu'en Amérique où l'Administration prend à sa charge des fonctions dévolues en France à l'entrepreneur (bureaux d'études, calculs de résistance, étude des mouvements et voies de circulation sur le chantier). On y rencontre évidemment la spécialisation à outrance et la définition précise des attributions de chacun.

Malgré tout, il n'y a là aucune innovation de base qui ne soit connue des spécialistes français, mais une corrélation intensive et le souci de respecter méthodiquement les engagements pris en conférence, conduisant au respect du programme connu et appliqué depuis le chef d'entreprise jusqu'au chef magasinier.

L'organisation des chantiers et des entreprises américaines diffère peu des nôtres si on y excepte le rôle prépondérant du Général Super-Intendant appelé familièrement Keyman, qui est chez nous le Chef de travaux.

En Amérique, bien qu'étant sous les ordres du directeur de chantier, il est uniquement préoccupé par l'organisation du chantier. C'est lui seul qui règle les vitesses d'avancement et se trouve responsable direct de la conduite du chantier et du respect du programme.

Son salaire est quelquefois plus élevé, au moins toujours égal à celui du Directeur de chantier.

FIG. 8.
Graissage sur place des engins de chantier.

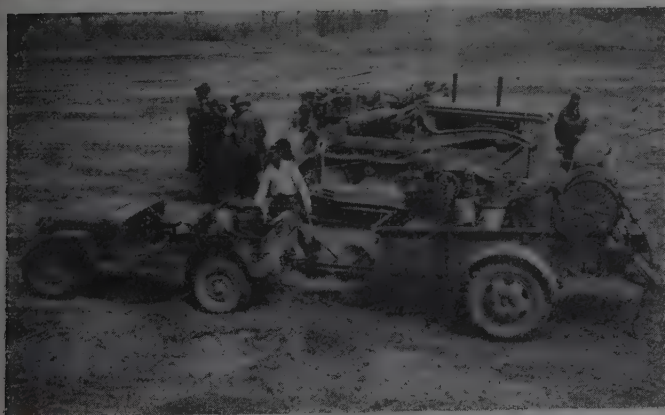


FIG. 9. — Ravitaillement en carburant et huile
sans déplacement du tracteur.



Parallèlement à ce personnage important, se trouve le deuxième chef du rendement du chantier, poste tenu par le chef de service mécanique.

Ce chef d'entretien rattaché directement au Directeur est indépendant des autres chefs de service du chantier.

Il dispose de plusieurs camionnettes de graissage et sur les chantiers importants d'une installation fixe.

Dans les deux cas, l'appareil graisseur à air comprimé permet un graissage rapide, puissant, les camionnettes évitent de se détourner de son parcours et réduisent l'immobilisation au maximum. Ce matériel est doublé par un camion ravitailleur en carburant. En plus, une camionnette munie d'un palan et de roues de secours suit la caravane des engins sur pneus, ce qui permet de vérifier la pression des pneus, l'état des bandages et de procéder au changement immédiatement.

Fréquemment ce service est assuré par un concessionnaire qui a traité au mètre cube la fourniture et l'entretien des pneus.

Il faut noter que le rechapage jouit aux U. S. A. d'une réputation égale à celle du pneu neuf.

De surcroît, certains chantiers rénovent leur huile, et s'en déclarent parfaitement satisfaits, tant au point de vue économie qu'usure de machines.

L'atelier d'entretien dispose lui aussi de camionnettes munies de palans, pièces détachées, vérins, petites presses hydrauliques et d'un groupe de soudure représentant 80 % de la réparation pratiquée sur chantier. Une des caractéristiques U. S. A. étant de garnir d'un trait de soudure à l'arc toutes les parties s'usant rapidement, fonds, sas, dents des godets de pelles, lames de scrapers ou loaders, fonds de camions, et portes de tombereaux, l'adresse des soudeurs U. S. A. est vraiment admirable.

L'atelier est plus un hangar de démontage qu'un atelier de réparation, rares y sont les étaux ou les machines-outils, par contre, matériels de soudure surpuissants,

ponts roulants, potences de manutention pneumatiques, presses hydrauliques, stations d'air comprimé, pour nettoyage et servitudes, lavage, séchage, manutention, y sont largement distribués, ramenant l'effort humain à peu de chose.

Il est curieux de remarquer que, contrairement à l'habitude française, les équipes se succèdent en plusieurs postes sur les mêmes réparations; nous avons vu un moteur Diesel de 200 ch arriver au démontage à 15 heures et ce même moteur tournant au banc le lendemain à 17 heures.

Trois équipes s'étaient succédé, se bornant évidemment à remplacer embiellage, chemises, culasse, mais néanmoins, cela serait en France une performance, c'est là-bas une règle générale appliquée à toutes les réparations.

Il en découle un poste immobilisation réduit au minimum. Il faut néanmoins préciser que ceci implique un fonctionnement en série, avec un distributeur de matériel, assurant un service acheminant les ensembles partiels qu'il suffit d'assembler (partage des efforts, spécialisation, vitesse, productivité).

Cependant les gros chantiers immobilisent en pièces de rechange des sommes énormes, leur gestion nécessite une organisation assez lourde : Harley-Dam, pour un parc de matériel de 4 000 000 de dollars stockait 1 000 000 de dollars de pièces détachées, Bony-Dam atteignait la même valeur, pour un effectif de 60 mécaniciens, répartis en trois équipes, le poste magasinage occupait 3 magasiniers, 2 chefs et 3 manœuvres, soit 8 personnes.

Il est également curieux de constater que le conducteur d'une machine la conduit sans se soucier nullement, soit de la réparer, soit de déceler une panne éventuelle, ceci n'étant pas son travail, il conduira jusqu'à l'arrêt, une équipe étant prévue pour la surveillance, et déclenchant sa mise hors circuit.

CONCLUSION

En concluant, je veux tirer de l'expérience U. S. A., non les présentations d'un matériel surabondant, mais son emploi logique.

Nous devons éviter de généraliser les réalisations U. S. A. et les ramener au cadre national. Nos constructeurs peuvent nous y apporter une aide efficace.

Nous pouvons et nous devons surtout remédier à la fatigue intérieure de l'ensemble français, en redonnant par une exploitation rationnelle de la machine, et une

réforme de nos méthodes permettant de tirer dans le même sens, la joie de travailler et la conviction que l'effort paye, s'il est organisé.

Il est, à mon sens, plus utile de rénover nos méthodes que d'engloutir des capitaux dans des constitutions de parcs hétéroclites et démodés, ne pouvant se compléter, ne permettant qu'un effort individuel stérile, au lieu de groupements d'entreprises se complétant, parfaitement organisés sur quelques branches spécialisées.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

DOCUMENTATION TECHNIQUE

SERVICE DE DOCUMENTATION

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents figurant à l'Index analytique de documentation : sur microfilms négatifs de 35 mm qui peuvent être lus en utilisant soit un agrandisseur photographique courant, soit un lecteur de microfilms ou en positifs sur papier photographique.

Les demandes de documents doivent comporter le numéro d'ordre placé en tête de l'analyse, le titre du document et le nom de l'auteur.

Prix des reproductions photographiques :

Microfilms : la bande de 5 images (port en sus)..... 100 F

Positifs sur papier : la page (port en sus) :

| | |
|----------------------------|-------|
| Format 9 × 12..... | 55 F |
| 13 × 18..... | 70 F |
| 18 × 24..... | 90 F |
| 21 × 27..... | 130 F |
| Minimum de perception..... | 150 F |

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

S O M M A I R E

DOCUMENTATION TECHNIQUE
RÉUNIE EN JUIN 1951
FASCICULE NUMÉRO 47

| | Pages. |
|--|--------|
| I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION.. | 222 |
| Architecture et Urbanisme..... | 222 |
| Sciences de l'Ingénieur..... | 222 |
| Les Arts de la Construction..... | 225 |
| Les Ouvrages..... | 236 |
| III. — TRADUCTIONS..... | 244 |
| III. — BIBLIOGRAPHIE..... | 244 |
| IV. — BREVETS..... | 247 |

I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION ⁽¹⁾

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant : Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches.

Conformément aux recommandations faites par le Conseil International de Documentation du Bâtiment (C.I.D.B.), les analyses présentées dans la Documentation Technique comporte leur indexation suivant les notations de la Classification Décimale Universelle (CDU). Comme précédemment, les analyses continuent à être publiées dans la Documentation Technique dans l'ordre des rubriques de la classification du système CORDONNIER, mise au point il y a quelques années pour le rangement du fichier de documentation de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

B. — ARCHITECTURE ET URBANISME

Ba ÉTUDE DES BESOINS A SATISFAIRE. LE PROGRAMME

Étude détaillée de la cité ouvrière de Creutzwald, de la cité-jardin de Chedde, du groupe d'habitations à Santa Monica (U. S. A.) du quartier résidentiel pour la nouvelle ville de Harlow (Angleterre). E. 13317 (*). C. D. U. 728.3 : 711.417.

Bac PROBLÈMES COLLECTIFS

2-47. Lakewood Park, la ville construite en six mois (Lakewood Park, the city they built in six months). DAY (R.); West. Constr., U. S. A. (mai 1951), vol. 66, n° 5, p. 100-102, 8 fig. Surface bâtie, nombre de logements. Extension de la ville de Long Beach. Loyers des constructions. Étude historique de l'emplacement de la ville. Distribution d'eau, longueur des canalisations, caractéristiques des installations. Une grève des chemins de fer menaçant d'interrompre le transport des tuyauteries, des mesures originales furent prises pour y remédier. Exécution des voies publiques : pavage et revêtement, détails d'exécution. Matériels utilisés pour les divers travaux. E. 16188. CDU 711.417 : 628.1.

Bac j Les agglomérations. Urbanisme.

1-47. Cités et groupes d'habitations. Archit. fr., Fr. (1950) n° 105-106, 81 p., nombr. fig. — Numéro plus spécialement consacré à l'étude de cités et groupes d'habitations récemment construits aussi bien en France qu'à l'étranger, et qui comprend, outre un exposé du programme, le plan d'urbanisme et les directives de construction adoptés pour chacune des réalisations.

C. — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Ca RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

3-47. Les méthodes par analogie en Résistance des Matériaux. BALLEZ (M.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique), Editions Revue d'Optique, Paris (1950), 1 vol., 42 p., 28 fig., 16 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B 450 au chap. III « Bibliographie ». E. 16183. CDU 690.4(02).

4-47. Petit formulaire de Résistance des Matériaux. Théorie. NACHTERGAL (A. et C.). Éd. Desforges, Paris, Maison d'Édition A. de Boeck, Bruxelles, Belg., 7^e éd. (1950), t. 1, 159 p., 282 fig. Voir analyse détaillée B-454 au chap. III « Bibliographie ». E. 15922. CDU 690.4(02).

5-47. Petit formulaire de Résistance des Matériaux. Applications. NACHTERGAL (A. et C.). Éd. Desforges, Paris, Maison d'Édition A. de Boeck, Bruxelles, Belg., 3^e éd. (1950), t. 2, 82 p., 112 fig. Voir analyse détaillée B-455 au chap. III « Bibliographie ». E. 15923. CDU 690.4(02).

Cab ÉTAT GÉOMÉTRIQUE ET MÉCANIQUE DES CORPS

Cab j Forme géométrique initiale des pièces et constructions.

6-47. Tuyaux en douves de bois (Wood-stave pipes). REGNELL (S.); Acta Polytech., Suède (1950), n° 65, 158 p., 78 fig., 101 réf. bibl. (Civ. Engng. Build. Constr. Ser., vol. 2, n° 1). — Efforts auxquels doivent résister les tuyaux : forces normales et

moments. Tuyaux portés par des supports. Tuyaux enterrés, méthodes de calcul. Mesure des contraintes. Contraintes de gonflement. Épaisseur des douves. Joints des douves de bois. Armatures et sabots de serrage. Étude d'une tuyauterie en bois : conditions de service; putréfaction, gel, pertes de charge. Facteurs économiques : calcul du diamètre économique. Tuyaux modernes en douves de bois : quelques exemples d'utilisation avec caractéristiques principales des tuyaux. E. 15890. CDU 621.6 : 691.11.

Cac THÉORIES ET PROCÉDÉS DE CALCUL ET DE REPRÉSENTATION

Cac m Stabilité et flambement.

7-47. Flambage excentrique. SZECSEI (A.); Ossature Metall., Belg. (mai 1951), n° 5, p. 235-248, 15 fig., 6 réf. bibl. — Exposé du problème. Critérium du flambage. Relation entre le moment et la rotation spécifique de la section. Colonne chargée par des forces excentriques, la tension maximum étant inférieure à la limite de proportionnalité. Le problème du flambage, compte tenu du comportement réel des matériaux. Conclusions relatives au domaine élastique-plastique du flambage excentrique. La flexion pure, cas particulier du flambage excentrique. E. 15943. CDU 690.237.52 : 518.5.

(*) Analyse faite par le C. S. T. B.

(1) TABLES DE L'INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION : ANNÉES 1948 et antérieures : Fascicule 20 bis de Documentation Technique.
ANNÉE 1949 : Fascicule 30 bis.
ANNÉE 1950 : Fascicule 40 bis.

Cac n Procédés de calcul et de représentation.

8-47. Dernières méthodes de la statique des portiques (Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke). STRASSNER (A.). Ed.: Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, All. EPPAC, Londres, G.-B. (1951), t. 1, 1^{re} partie, 154 p., 214 fig. Voir analyse détaillée B-463 au chap. III « Bibliographie ». E. 15619. CDU 518.5 : 693.9(02).

9-47. Eléments des systèmes réticulés. Eléments comprimés. Ann. Inst. Techn. Bâtim. Trav. Publ., Fr. (mai 1951), n° 191 (Manuel de la construction métallique, n° 9), 26 p., 19 fig. (résumé anglais). — Ce fascicule expose, sous une forme nouvelle et plus commode d'application, la théorie de M. DUTHEIL pour le calcul du flambement. Ce mode nouveau de calcul est proposé pour une nouvelle édition des Règles CM 1946. E. 15953. CDU 693.97 : 518.5.

10-47. Stabilité des voûtes cylindriques minces à la torsion (Stability of thin cylindrical shells in torsion). BÄT-DORF (S. B.), STEIN (M.). Proc. A. S. C. E., U. S. A. (oct. 1947), vol. 73, n° 8, p. 1302-1304, 1 fig., 8 réf. bibl. (Mémoire de R. G. STURM dans « Proc. A. S. C. E. » d'avr. 1947). — Discussion des formules qui ont été établies pour le calcul des cylindres soumis à la torsion et en particulier pour les cylindres très courts. Examen de la validité des formules proposées par le professeur STURM. E. 16217, Trad. I. T. n° 294, 4 p. CDU 690.236 : 518.5.

11-47. Analyse structurale par répartition de la déformation (Structural analysis by distribution of deformation). KLOUCEK (C. V.), tiré à part de Quarterly Appl. Mathematics (avr. 1951), vol. 9, n° 1, p. 77-88, 8 fig. — Description d'une méthode d'analyse établie sur le principe de la répartition des déformations. Cas d'une portée simple, avec deux joints élastiques, avec trois joints élastiques. Cet article ne concerne que l'analyse théorique des relations fondamentales. E. 16290. CDU 518.5 : 539.37.

12-47. Calcul élémentaire des poutres triangulées IV. (Calculo elemental de vigas trianguladas). TORROJA (E.); Inst. Tech. Constr. Cemento (Consejo sup. Investig. ci.) Esp. (1950), 2^e éd., n° 101, 22 p., nombr. fig. — Structures articulées ou triangulées. Généralités. Calcul des efforts axiaux par la méthode de Crémone. Autres méthodes de calcul. Étude des structures assimilables à une pièce prismatique. Détermination des hyperstatiques. Détermination des déplacements des nœuds. Ligne d'influence de l'effort axial dans les barres. E. 15654. CDU 518.3 : 690.237.22.

13-47. Calcul du flambage de portiques étagés (Zur Knickberechnung von Stockwerksrahmen). KIRSTE (L.); Z. Österr. Ingr.-Architekten-Ver., Autr. (3 juin 1951), n° 11-12, p. 89-91, 5 fig. — Cas de simplification par symétrie. Choix du mode de déformation le plus défavorable. Équilibre des valeurs de rigidité. La limite de stabilité, comment on la détermine. Angle critique de flambage. Moments d'inertie négatifs. E. 16243. CDU 693.9 : 518.5.

14-47. Détermination des efforts dans les poutres droites (Determinacion de esfuerzos en vigas rectas). TORROJA (E.); Cons. Sup. Investig. Ci. (Inst. Tecn. Constr. Cemento), Esp. (1950), 2^e éd., n° 100, 51 p., nombr. fig. — Types divers d'appui des poutres. Pièce droite en porte-à-faux, pièce droite appuyée ou articulée à ses extrémités, pièce appuyée à ses extrémités et soumise à l'action de charges mobiles, détermination des flèches et des rotations de la pièce droite appuyée à ses extrémités, poutre continue : cas de plusieurs travées, de section constante dans chaque travée. E. 15317. CDU 518.5 : 690.257.22.

Cad PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES
ET COMPORTEMENT DE LA MATIÈRE

Cad I Domaine non élastique (rhéologie).

15-47. La limite de rupture de l'acier doux dans le cas de répartitions de contraintes hétérogènes et complexes (The yield point of mild steel at non-homogeneous and compound stress distributions). ÖQVIST (F. K. G.), SCHAUB (C.); Acta Polytech., Suède (1950), n° 66, 16 p., 17 fig., 13 réf. bibl. (Mechanic. Engng., Ser., vol. 1, n° 11). — Comparaison entre les limites de rupture à la flexion simple et à la traction, à la torsion pour barres rondes pleines et tubes creux. Explication théorique des différences constatées, de Nakanishis. Recherches modernes : expériences de l'Institut royal de Technologie de Stockholm, mesure des contraintes aux rayons X, description des essais, diagrammes des résultats et leur explication. E. 15891. CDU 691.71 : 539.424.

Caf ESSAIS ET MESURES MÉCANIQUES

Caf m Technique d'exécution.

16-47. Le système d'unités Giorgi. BRYLINSKI, Courrier Norm. Fr. (mars-avr. 1951), n° 98, p. 115-120. — Commentaire du système Giorgi d'unités géométriques, mécaniques et électriques à quatre unités principales dont une électrique. Considérations sur la rationalisation du système. E. 15986. CDU 620.1 : 389.6.

17-47. Recherches expérimentales sur les relations entre contraintes et déformations plastiques (An experimental investigation of plastic stress-strain relations). MORRISON, SHEPHERD, Instn., mech. Engrs., G.-B. (1950), n° 55, 17 fig., 18 réf. bibl. — Description d'essais de traction et de torsion pures sur éprouvettes pleines et de traction et de torsion combinées sur éprouvettes tubulaires minces, en acier allié et en aluminium. Discussion des résultats et comparaison avec les prévisions faites par la théorie de la déformation croissante (Reuss, 1930) et par la théorie de la déformation plastique totale (Hencky 1924). Communications de divers correspondants au sujet des expériences et des conclusions des auteurs. E. 16309. Trad. S. N. C. F., n° 96-51, 46 p. CDU 620.17 : 539.37.

18-47. La stabilité des poutres chargées par l'intermédiaire de pièces secondaires (fin) (The stability of beams loaded through secondary members). FLINT (A. R.); Civ. Engng., G.-B. (avr. 1951), vol. 46, n° 538, p. 259-260, 4 fig. — Comparaison entre l'action de forces décroissantes calculée et l'action relevée par des essais. Concordance entre les deux actions. Contrainte axiale d'extrémité. Cas où la poutre peut supporter des charges supérieures à la charge limite sans danger de rupture. Conclusion. E. 15505. CDU 518.5 : 690.25.

Ce MÉCANIQUE DES FLUIDES

Ceb THÉORIES GÉNÉRALES. ESSAIS ET MESURES

Ceb j Définitions et équations générales.

19-47. Evolution historique de la théorie du courant dans les canaux et rivières V. (Historic development of the theory of the flow of water in canals and rivers). LELIAVSKY BEY (S.); Engineer, G.-B. (11 mai 1951), vol. 191, n° 4973, p. 601-603, 9 fig. — Influence de la forme du profil d'une conduite fermée. Étude de BOUSSINESQ. Conclusions de VON MISES. Certaines formes de conduites ne répondent pas à la théorie. Cas de tubes circulaires avec noyaux intérieurs de formes et de positions diverses. Existence d'une couche laminaire limite entre le flux turbulent et la paroi solide des conduites. Diagramme de comparaison entre diverses formules d'écoulement de l'eau. E. 15912. CDU 532.5 : 626.1 : 627.1.

Ci GÉOPHYSIQUE

Cib STRUCTURE DU GLOBE

Cib m Géotechnique (étude des sols).

20-47. Mécanique du sol (Mehanika tla). KOVACEVIC (Z). Gradeninarstvo, Yougosl. (jan. 1951), n° 1, p. 6-18, 15 fig., 9 réf. bibl. — Synthèse pratique de la littérature et des études faites depuis le renouveau de la science du sol. Problèmes d'application avec solutions. E. 15949. CDU 624.131.

21-47. Jauge pour étudier les mouvements du sol. (A ground movement gauge). B. R. S. (Depart. Sci. Industr. Res.), G.-B. (jan. 1951), n° A 30, 4 p., 2 fig. h. t., 1 pl. h. t. — Description d'un dispositif simple permettant de mesurer les déplacements verticaux du sol à différentes profondeurs, déplacements dus aux variations de la quantité d'eau contenue dans le sol. Description du dispositif. Emploi de l'installation et utilisation des résultats obtenus. E. 15774. CDU 624.131.3 : 620.108.

22-47. Le contrôle du compactage des remblais rendu plus facile par une mesure rapide de l'humidité (Compaction control for earth fills made easier by rapid moisture test). Engng. News-Rec., U. S. A., (3 mai 1951), vol. 146, n° 18, p. 39-40.

2 fig., 3 réf. bibl. — La méthode simple et rapide est basée sur une mesure de la teneur en humidité du sol, par évaporation à haute température. Au lieu d'évaporer à 105° C ce qui exige plusieurs heures, on procède à 190° C et le résultat est obtenu en 15 minutes, avec une précision atteignant 1 %. Description du dispositif d'essai. Résultats obtenus. E. 15965.
CDU 624.135.624.131.3 : 697.942

23-47. Développement et problèmes de la mécanique du sol. HAEFELI (R.); *Min. Obras Publ.*, Portugal (1951), n° 14, 21 p., 25 fig. — Nature des différents sols, bases théoriques et expérimentales, essais en laboratoire et essais sur le chantier. Exemple d'étude géotechnique concernant la construction de ponts de chemins de fer. Influence du climat. E. 15769.
CDU 624.131.3 : 551.5.

24-47. Poussée géodynamique et géostatique. WIERZBICKI (W.); *Archiw. Mech. Stosowanej.*, Pol. (1950), t. 2, n° 3, p. 183-202, 15 fig. (résumé polonais). — Étude de la poussée des terres sur un mur au moment de son déplacement ou de sa déformation (poussée géodynamique) et de la poussée géostatique (mur immobile et non déformé). Analyse des deux phénomènes. Étude critique des différents calculs de la poussée géostatique. E. 15323.
CDU 624.131 : 518.5.

Cic SURFACE DU GLOBE

Cic j Hydrographie.

25-47. Constructions fluviales. Hydrologie. Régulation des eaux et construction des digues (Der Flussbau. Gewässerkunde. Gewässerregulierung und Deichbau). DUHM (J.). Éd. : Georg, Fromme und Co, Vienne, Autr. (1951), vol. 2, xii-491 p., 403 fig., 2 pl. h. t. Voir analyse détaillée B-464 au chap. III « Bibliographie ». E. 16068.
CDU 526.99 : 627.02.

26-47. L'incurvation du mur de guidage des eaux de retenue vers le canal d'irrigation empêche le sable de pénétrer dans ce canal (Curved wall at dam keeps sand out of irrigational canal). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (12 avr. 1951), vol. 146, n° 15, p. 32-33, 3 fig. — Des essais effectués avec des murs de différents profils de courbure ont permis de mettre empiriquement au point un mur de guidage créant dans les eaux une turbulence qui empêche le sable de pénétrer dans les canaux d'irrigation. Double avantage : 1° Économique par la suppression des travaux de curage des canaux; 2° Fonctionnement ininterrompu de l'irrigation qui n'est plus entravée par les travaux de curage. E. 15640.
CDU 626.1 : 631.6.

Co CONDITIONS GÉNÉRALES

Cob SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Cob l France d'outre-mer.

27-47. Les travaux publics au Cameroun. ROQUE (L.); *Ann. Inst. Techn. Bât. Trav. Public.*, Fr. (mai 1951), n° 186, 22 p., 31 fig. (résumé anglais). — Après des généralités géographiques, démographiques, économiques et financières sur le Cameroun, exposé de la situation de l'équipement travaux publics en 1946, description des réalisations et prévisions en ce qui concerne les forces hydrauliques et l'électricité, les ports maritimes et fluviaux et les voies navigables, les routes et ponts, l'aéronautique civile, l'urbanisme, l'habitat, les travaux urbains et ruraux. E. 15953.
CDU 62 : 69.

28-47. Les travaux publics en Indochine depuis 1945. LONGEAUX (L. A.); *Ann. Inst. Techn. Bât. Trav. Public.*, Fr. (mai 1951), n° 187, 16 p., 24 fig. (résumé anglais). — Exposé des atteintes subies par l'équipement public de l'Indochine depuis 1939. Détails sur les travaux de remise en état des aérodromes de Saïgon et à Hanoï. Travaux dans les ports de Saïgon et Haiphong. Réfection des communications routières et ferroviaires. Travaux d'hydraulique : barrage du Day. Aménagements hydro-électriques : barrage du Danhim près de Dalat. Constructions immobilières. E. 15953.
CDU 62 : 69.

Coc CONDITIONS ÉCONOMIQUES

Coc l Prix de revient. Économie.

29-47. Dépenses d'investissement et d'exploitation du matériel de chantier (Equipment ownership and operating costs). HEIPLE (D. K.); *Constr. Methods*, U. S. A. (avr. 1951),

vol. 33, n° 4, p. 58-59, 61-62, 2 fig. — Éléments qui permettent de calculer les frais d'investissement et d'amortissement du matériel de chantier, ainsi que les frais d'exploitation (salaires, combustible, réparation, pneus, etc...). Exemple de décompte. E. 15638.
CDU 621 : 657.47.

30-47. La question des prix de revient dans la construction (Zagadnienie kosztów własnych w budownictwie). SZYMANSKI (E.); *Przegl. Budowl.*, Pol. (mars 1951), vol. 23, n° 3, p. 108-114, 1 fig. — Les diverses méthodes pour choisir les valeurs unitaires des devis, influent indirectement sur l'analyse des prix de revient et peuvent empêcher d'abaisser ces derniers. Indication d'une méthode rationnelle d'utilisation des facteurs multiples pour rendre l'analyse efficace. E. 15506.
CDU 69 : 5.657.47.

Cod CONDITIONS CONTRACTUELLES

Cod j Règlements. Codes. Législation.

31-47. Lois et règlements régissant le chauffage et la ventilation des écoles. II. (Laws and regulations controlling school heating and ventilating II.). WOLPERT (N. N.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 48, n° 4, p. 105-107, 135, 1 fig. — Réglementation des états d'Iowa, de Kansas, de Kentucky, de Louisiane, de Maine, de Maryland, de Michigan, de Minnesota. E. 15760.
CDU 727.112 : 697.124 : 697.9.

32-47. Lois et règlements régissant le chauffage et la ventilation des écoles. III. (Laws and regulations controlling school heating and ventilating III.). WOLPERT (N. N.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 48, n° 5, p. 103-106, 1 fig. — Les différents règlements en vigueur dans plusieurs États américains. Tableau des températures prescrites pour les salles destinées aux différentes activités. E. 16132.
CDU 727.1 : 697.124 : 697.9.

33-47. Code de spécifications pour la construction en béton armé (ACI 318-51) (Building code requirements for reinforced concrete (ACI 318-51)). J. A. C. I., U. S. A. (avr. 1951), vol. 22, n° 8, p. 589-652, 9 fig. — Le code concerne le béton armé utilisé dans la construction. Il définit la qualité du béton, son mélange, sa mise en place, son durcissement et sa protection par temps froid, les coffrages à employer et leur emploi, les joints de construction, les résistances à la flexion, à la traction, l'adhérence et l'ancrage du béton armé, dalles; piliers, murs, semelles. Essais des matériaux d'après les normes ASTM. E. 15962.
CDU 691.32 : 693.55 : 389.64.

34-47. Comment utiliser les nombres indiqués dans les tableaux pour l'étude des canalisations de haute pression (How to use schedule numbers in power piping design), CROCKER (S.); *Heat. Pip. Air Condition.* U. S. A. (mai 1951), vol. 23, n° 5, p. 73-76, 2 fig. — Une nouvelle normalisation américaine a remplacé l'ancienne norme datant de 1886 pour les tuyauteries en acier destinées à être utilisées sous pression. Tableau de la nouvelle norme dans laquelle les dimensions et épaisseurs sont données en pouces ou fractions de pouce et façon d'utiliser ce tableau. E. 16131.
CDU 697 : 621.6 : 518.5.

35-47. Étude et interprétation des règlements sud-africains 1 à 28 du décret n° 22 de 1941 sur les manufactures, les machines et les travaux de construction. I. (The study and interpretation of regulations 1-28 of the factories, machinery and building work act 22 of 1941. I.). PEAGHAM (C. L.); *South Afr. Archil. Rec.*, Transvaal (mars 1951), n° 3, p. 54-62, 2 fig. — Introduction. Exigences constructives à satisfaire. Espacement des planchers et ventilation. Surface et hauteur des pièces. Ventilation. Moyens spéciaux agissant sur la ventilation naturelle. Aération des locaux. Chauffage. E. 15761.
CDU 697.9 : 697.124 : 331.14

Cod l Normes.

36-47. Conditions d'utilisation des ciments normalisés. CLERET DE LANGAVANT, *Courrier Norm.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 98, p. 137-142, 7 fig. — Commentaires aux normes N F P 15-302 à P 15-311. Commentaires des normes de liants hydrauliques et indications pour l'emploi rationnel des divers produits normalisés. E. 15986.
CDU 691.54 : 389.6.

37-47. Chauffage central, ventilation et conditionnement d'air. Tuyauteries et appareils. Représentation et teintes conventionnelles sur les dessins. *Inst. Belge Norm.*, 1^{re} édit. (mai 1951) NBN 232, 13 p., nombr. fig. (13 p. en flamand). — Norme belge donnant la représentation conventionnelle des tuyauteries et appareils utilisés dans le chauffage cen-

tral, la ventilation et le conditionnement d'air et la liste des teintes correspondant aux fluides véhiculés ou à l'usage de l'appareil. E. 16031. CDU 697.325.621.6 : 720.1.

Cof ÉTUDES, CONCOURS, CONGRÈS, DOCUMENTATION

Cof I Associations, organisations, congrès, conférences, expositions, missions.

38-47. Note sur les études de problèmes relatifs aux barrages, effectuées par le Laboratoire du Génie Civil (Note on the studies of dam problems carried out in the Laboratorio de Engenharia Civil). *Min. Obras Publ.*, Portugal (1950), n° 13, 12 p., 9 fig. — Cette note destinée aux membres du 4^e Congrès des Grands Barrages, New Delhi 1950, concerne les études relatives aux matériaux : ciments, bétons, sols; aux propriétés mécaniques des roches de fondation, aux essais sur maquettes de barrages-voûtes; elle contient un chapitre consacré aux observations effectuées sur les barrages pendant et après leur construction. E. 15768. CDU 627.8(061.3).

Cof m. Manuels, cours, traités, annuaires, dictionnaires, répertoires, formulaires.

39-47. Principes de construction des routes à grand trafic, appliqués aux pistes d'envol des aéroports et autres aires d'atterrissage pour avions (Principles of highway construction as applied to airports flight strips and other landing areas for aircraft). Éd. : Publ. Roads Admin., Feder. Works Agency; U. S. Govern. Print. Office, Washington D. C., U. S. A. (juin 1943), 1 vol., 514 p., nombr. fig., 2 pl. h. t., 8 réf. bibl. Voir analyse détaillée B-458 au chap. III « Bibliographie ». E. 16056. CDU 625.7/8 : 629(02).

D. — LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

Da CONNAISSANCES ET TECHNIQUES GÉNÉRALES

Dab MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Dab j Matériaux métalliques.

46-47. Protection contre la corrosion des surfaces métalliques. Procédés non électrolytiques. TYVAERT (P.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique). Éditions Revue d'Optique, Paris (1951), 86 p., 17 fig., 19 réf. bibl. Voir analyse détaillée B-451 au chap. III « Bibliographie ». E. 16186. CDU 691.7 : 620.19 : 699.8(02).

47-47. Traitement thermique des aciers de construction. SOURDILLON (A.) (Inst. Super. Matér. Constr. Mécanique), Éditions Revue d'Optique, Paris (1951), 1 vol., 245 p., 123 fig. Voir analyse détaillée B-452 au chap. III « Bibliographie ». E. 16185. CDU 691.7 : 620.19 : 699.8(02).

48-47. Compte rendu des recherches effectuées sur les tuyaux en plomb et alliages de plomb (Rapport inzake het onderzoek van loden en gelegeerd loden buizen). N. V. Keuringsinst. Waterleidingartikelen (K. I. W. A.), Pays-Bas (déc. 1950), vol. 1, 65 p., 14 fig., 9 réf. bibl., vol. 2, 23 pl. — Les essais et recherches ont porté sur des alliages binaires (plomb + antimoine) et ternaires (plomb + zinc + cadmium). Discussions des recherches effectuées en Allemagne et en Angleterre. Recherches sur la solubilité du plomb dans l'eau, qui peut atteindre des valeurs assez élevées avec les tuyaux-neufs où l'eau reste longtemps stagnante. E. 15737. CDU 628.15 : 696.11 : 691.74.

Dab I Matériaux non métalliques (rocheux).

49-47. L'outil pneumatique pour le travail de la pierre. LONSKY (W.); *Techn. Appl.*, Fr. (1951), n° 19, p. 33-34, 3 fig. — Description sommaire du matériel pneumatique pour la pierre : marteaux pour sculpteurs, marteaux burineurs et à boucher, marteaux débiteurs, marteaux perforateurs, meuleuses-polisseuses. E. 15954. CDU 691.2 : 621.9 : 621.54.

40-47. Ponts-routes à tablier soudé (Welded deck highway bridges). CLARK (J. G.). Éd. : The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, Ohio (nov. 1950), 1 vol., 247 p., nombr. fig. Voir analyse détaillée B-460 au chap. III « Bibliographie ». E. 15659. CDU 624.27 : 693.97(02).

41-47. Le béton armé en exemples. II. Dalles continues (Der Stahlbeton in Beispielen. Durchlaufende Platten). KLEIN-LOGEL (A.). Éd. : Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, All. EPPAC, Londres, G.-B. (1951), n° 2, 58 p., 52 fig. Voir analyse détaillée B-462 au chap. III « Bibliographie ». E. 15493. CDU 691.413 : 693.55 : 518.5.

42-47. Dictionnaire anglais-allemand et allemand-anglais pour ce qui concerne le bois et le commerce du bois (English and German dictionary for the wood and timber trade). MRUGOWSKI (H.). Éd. : M. and H. Schaper, Hannover, All. (1948), 1 vol., 202 p. Voir analyse détaillée B-465 au chap. III « Bibliographie ». E. 15982. CDU 691.11 : 694.1(03).

43-47. L'influence de la glace dans les conduites des usines hydrauliques (en russe). BOGOSLOVSKI (P. A.). Éd. : Énergétique Nation., Moscou, U. R. S. S. (1950), 1 vol., 155 p., 33 fig., 1 pl. h. t., bibliographie. Voir analyse détaillée B-468 au chap. III « Bibliographie ». E. 15569. CDU 627.8 : 628.15 : 699.8(02).

44-47. Les ouvrages artistiques en métal dans la décoration architecturale (en russe). BIKOV (Z. N.), MAYKOV (N. K.). Édition Nation. Arch. Urban., Moscou, U. R. S. S., (1950), 1 vol., 236 p., 189 fig. Bibliographie. Voir analyse détaillée B-469 au chap. III « Bibliographie ». E. 15567. CDU 729.18 : 691.7(02).

45-47. Les réseaux souterrains urbains (en russe). BAKNTIS (R. E.). Minist. Génie Rural, Moscou U. R. S. S. (1950), 1 vol., 164 p., 125 fig. Voir analyse détaillée B-470 au chap. III « Bibliographie ». E. 15568. CDU 628.15 : 628.3 : 621.6(02).

50-47. S P B-166. Normalisation des essais pour les produits bitumineux de protection (Catégorie « Peintures et Vernis bitumineux »). *Syndicat Nation. Fabric. Prod. Bitum. Protec.* (avr. 1951), 27 p., 2 fig. — Ce document à tirage limité, remplace l'ancien Cahier des Spécifications Techniques PB 44. Il donne le programme de neuf essais prévus pour les produits bitumineux de protection de la catégorie « Peintures et Vernis », les conditions générales des essais, la description et le mode de mesure. En appendice sont indiqués quelques autres procédés qui peuvent être utiles aux Laboratoires de Recherches et de mise au point (essais d'usure rapide, essais d'imperméabilité) et enfin une note sur le pouvoir couvrant, sa mesure et les causes d'insuffisance de ce pouvoir. E. 16030. CDU 691.161 : 389.6.

Dab le Matériaux artificiels.

51-47. Matériaux artificiels dans la construction (Kunststoffe im Bauwesen); *Bauwirtschaft*, All. (23 mai 1951), n° 20-21, p. 14-15. — Le manque de matériaux naturels en Allemagne et l'augmentation de leurs prix impose l'utilisation de matériaux artificiels. Ce que sont les matériaux artificiels. Utilisation de matériaux artificiels translucides pour la construction des murs. Revêtement des murs. L'emploi de matériaux artificiels pour l'isolation contre la chaleur et le froid, l'humidité et la condensation. Revêtements de planchers. Étanchéité des fondations. Domaine d'application dans la construction d'habitations. E. 16035. CDU 691.4/6 : 693.6.

Dab lej Liants.

Dab lej r Plâtre.

52-47. Les plâtres au gypse et à l'anhydrite (Gypsum and anhydrite plasters). ANDREWS (H.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1948), n° 6, iv + 16 p., 4 fig. — Propriétés générales des matériaux utilisés pour la fabrication du plâtre. Propriétés du plâtre ayant fait prise. Emploi du plâtre. Conservation. Mélange du plâtre avec d'autres matériaux. Mélanges normalement employés. Précautions pendant l'emploi du plâtre. E. 15979. CDU 691.55 : 553.635.1.

Dab lej v

Ciments.

53-47. **Peintures applicables sur ciment. III.** WALLON (J.); *Bâtir*, Fr. (mars 1951), n° 11, p. 32-34, 7 fig. — Utilisation d'huiles spéciales. Produits nouveaux : chloroprène, peinture au latex, polyéthylène. Étude des problèmes d'application. Tableau des peintures pour extérieurs. Tableau des peintures pour intérieurs. Conclusion. E. 16028. CDU 691.54 : 691.57.

54-47. **Nouveaux essais de résistance des ciments en mortier de sable broyé finement (à suivre).** CHASSEVENT (L.); *Rev. Mat. Constr. Ed. « C »*, Fr. (mai 1951), n° 428, p. 135-140, 7 fig. — Étude des divers modes de préparation des éprouvettes en mortier de sable broyé finement et comparaison des résultats obtenus avec des modes de préparation. Recherche de la meilleure expression des résistances. E. 16026. CDU 691.54 : 620.1.

Dab lel

Matériaux traités.

Dab lel v

Silico-calcaires.

55-47. **Briques silico-calcaires (Sand-lime bricks).** BESSEY (G. E.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1948), Rapp. Spéc. n° 3, v + 58 p., 21 fig., 2 fig. h. t., 99 réf. bibl. — Matériaux servant à la fabrication des briques. Caractéristiques et qualités de ces matériaux. Procédés de fabrication : mélange, mise en forme, cuisson. Briques spéciales. Propriétés des briques silico-calcaires : durée, effet de l'humidité et du séchage : résistance aux intempéries ; résistance au feu ; résistance aux attaques chimiques. Essais. Mise en place des briques. E. 15991. CDU 691.316.

56-47. **Briques silico-calcaires et blocs de béton (Sand-lime and concrete bricks).** BESSEY (G. E.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1948), n° 4, iv + 12 p., 1 fig., 12 réf. bibl. — Après avoir défini ces deux matériaux, l'auteur indique les procédés de fabrication de chacun d'eux, proportions, mélange, mise en forme et procédés utilisés pour le durcissement. Propriétés des briques silico-calcaires et des blocs de béton : résistance, durée, perméabilité, résistance au feu, conductibilité thermique, emploi dans la construction. Conservation des briques et des blocs. Pose. Revêtement et finition. E. 15978. CDU 691.316 : 691.32-412.

Dab lem ra

Briques.

57-47. **Briques en argile pour la construction (Clay building bricks).** BUTTERWORTH (B.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (G. B.) (1948), n° 1, iv + 24 p., 11 fig., 9 pl. h. t., 19 réf. bibl. — Définition. Classification. Fabrication des briques : préparation de l'argile, mise en forme des briques, séchage, cuisson. Propriétés et essais des briques : résistance à la compression, absorption d'eau, conductibilité thermique, isolation sonore, résistance au feu, résistance aux intempéries. Qualités et propriétés des ouvrages en briques. E. 15976. CDU 691.421.

58-47. **Etude expérimentale de la pose des briques et des blocs (A work study in blocklaying).** KINNIBURGH (W.), VALLANCE (L. S.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1948), T. P. n° 1, iv + 34 p., 26 fig., 27 pl. h. t. — Cette étude a porté sur des travaux réels de construction effectués à la Building Research Station dans le but de déterminer l'effet, sur la vitesse de construction, de la dimension et du poids des briques et des blocs utilisés. On a constaté que la pose la plus lente est celle des briques communes, quatre fois moins rapide que celle des grands blocs de béton de 0,46 × 0,23 × 0,23 m. Mais la question du prix des blocs peut également intervenir dans le prix de revient de la construction. E. 15981. CDU 693.1 : 690.022.

Dab lem re

Tuiles.

59-47. **Propriétés qualitatives des tuiles en béton (Güteigenschaften von Betondachsteinen).** HOCHDAHL (G.); *Betonst. Ztg.*, All. (mai 1951), n° 5, p. 98-100, 4 fig. — Résultats d'essais qualitatifs de tuiles en béton faits dans la région Rhin-Westphalie. Prélèvement des échantillons; deux séries d'essai : résistance portante et imperméabilité. Statistique des défauts constatés. Les tuiles en béton peuvent être parfaitement étanches. Diagrammes établis d'après les essais, donnant la fréquence des résistances en fonction de celles-ci. La fabrication doit tendre à l'amélioration des caractéristiques qualitatives, ainsi qu'à l'uniformisation de ces caractéristiques. E. 15964. CDU 690.241.53 : 691.32.

Dab m

Matériaux organiques

Dab ma

Bois.

60-47. **Réflexions sur le degré d'humidité des bois.** VILLIERE (A.); *Rev. Bois*, Fr. (mai 1951), vol. 6, n° 5, p. 12-13, 2 fig. — Correspondance entre les taux d'humidité selon qu'ils sont exprimés en pourcentage du poids total du bois humide ou en pourcentage du poids du bois sec. Différence des quantités absolues d'eau contenue dans le même volume de deux essences différentes ayant le même pourcentage d'humidité en poids. Quantités absolues d'eau que renferme 1 m³ de diverses essences au même taux d'humidité. Répercussion du degré d'humidité des bois sur le collage. E. 15915. CDU 691.11 : 697.138.

61-47. **La pourriture sèche (Dry rot).** Tiré à part de « *Archit. J.* », G.-B. (22 fév. 1951), 19 p., 29 fig. — I^{re} partie, de W. P. K. FINDLAY : moyens de reconnaître les différents types de champignons qui provoquent la pourriture sèche des bois et conditions pour lesquelles ils se développent dans les constructions. II^e partie : moyens de prévenir le développement de cette pourriture; méthodes et applications. III^e partie, de J. B. BUTLER : technique de l'examen des constructions dans le but de déceler les champignons responsables. E. 15837. CDU 691.1 : 620.193.82.

62-47. **Peintures ignifuges et produits de sécurité.** WALLON (J.), MANTOVANI (R.); *Bâtir*, Fr. (avr. 1951), n° 12, p. 30-32, 4 fig. — Produits ignifuges, produits de sécurité, peintures et vernis incombustibles. Produits d'ignifugation du bois, des tissus. Produits de sécurité formant écran protecteur. Peintures et vernis ne brûlant pas eux-mêmes, mais n'ayant pas d'action retardatrice pour leur support. E. 16126. CDU 691.57 : 699.81.

Dab n

Matériaux à caractéristiques spéciales.

63-47. **Brève étude des propriétés de la vermiculite et de ses emplois dans le bâtiment (Breve studio delle proprietà della vermiculite e dei suoi usi nell'edilizia).** VAN AARDT (J. H. P.), WEBB (T. L.); *Docum. Archit. Industr. Edilizia*, Ital. (oct.-déc. 1950), n° 4, p. 3-8, 13 fig. (d'après « Nat. Build. Res. Inst. », sep. 1949, n° 3, p. 50-62, 14 fig.). — Formes et emploi de la vermiculite. Sa composition. Essais effectués sur des bétons de vermiculite. Avantages de la vermiculite; légèreté, permanence, incombustibilité, faible conductibilité thermique, absorption des sons; bon aspect. Diverses formes d'emploi : grains libres entre deux dalles, béton armé ou non, mélange avec le ciment Portland, le plâtre, etc...; revêtement, dalles et panneaux préfabriqués, enduits, briques constituées par de la vermiculite et un liant. E. 16012. CDU 691-758.3.

Dac

**PEINTURES, PIGMENTS, VERNIS,
PRODUITS ANNEXES**

64-47. **Peinture du plâtre et du ciment neufs (Painting new plaster and cement).** LLEWELLYN (H. M.), ELDRIDGE (H. J.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.), G.-B. (1948), n° 2, iv + 21 p., 9 pl. h. t. — Importance de la quantité d'eau contenue dans la construction sur laquelle doit être appliquée la peinture. Choix de la peinture : peinture à la détrempe, peintures à l'huile, peintures au ciment, peintures au silicate, peintures plastiques. Action chimique pouvant prendre naissance dans le plâtre peint, manque d'adhérence, efflorescence, moisissures et champignons. Qualités requises des plâtres et ciments susceptibles de recevoir la peinture. E. 15977. CDU 691.57 : 693.6.

65-47. **Peinture des bois (employés dans la construction) (Painting woodwork).** B. R. S., G.-B. (mai 1951), n° 30, 6 p. — La qualité d'une application de peinture sur le bois dépend de la structure cellulaire ou poreuse du bois, de ses possibilités de retenir ou de laisser suinter des résines ou des matières grasses, de sa teneur en humidité. Peintures convenant aux diverses sortes de bois. Couches d'impression. Sous-couches. Couche de finition. Application de la peinture. Peinture des bois traités. E. 15975. CDU 691.57 : 691.11.

66-47. **La couleur dans les activités humaines et le Centre d'Information de la couleur.** DERIBERE, *Courrier Norm.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 98, p. 131-134, 3 fig. — Exposé d'ensemble de la question de la couleur dans les activités humaines et rappel des problèmes posés par ses différentes conditions d'emploi. Organisation et programme du Centre d'Information de la Couleur. Texte du questionnaire de ce Centre. E. 15986. CDU 691.57 : 612.84* : 389.6.

67-47. **Peintures émulsionnées pour l'intérieur** (Pinturas emulsionadas para interior). GIOVAMBATTISTA (N.), GAYA (O.), RASCIO (V.); *Lab. Ensayo Mater. Investig. Tecn.* (Min. Obras Publ.), Argent. (1950), n° 35, 21 p., 2 fig., 1 pl. h. t. — Fonctions des divers composants, considérations pratiques, préparation des éprouvettes, méthodes et appareils d'essai pour les diverses propriétés des peintures : poids spécifique, homogénéité, odeur, miscibilité avec l'eau, stabilité, facilités d'application, séchage, propriétés de couverture, résistance à l'abrasion, élasticité, facilité de nettoyage, etc... Tableau des résultats : discussion de ces résultats. Conclusion. Vernis pour extérieur : résultats d'exposition aux intempéries. E. 15028. CDU 691.57 : 698.1.

68-47. **Etude générale des adhésifs. Collage des métaux.** MEYER (M.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique), Editions Revue d'Optique, Paris (1951), 1 vol., 47 p., 12 fig., 7 réf. bibl. Voir analyse détaillée B-453 au chap. III « Bibliographie ». E. 16184. CDU 691.7 : 678.7 : 668.3(02).

Daf **ESSAIS ET MESURES, CORROSION** **STABILITÉ ET SÉCURITÉ DES CONSTRUCTIONS**

Daf j **Essais et mesures.**

69-47. **Le fléchissement d'un pilier vertical sous l'action des forces latérales** (The bending of a vertical pile under lateral forces). WILKINS (R. J.); *Civ. Engrg.*, G.-B. (mai 1951), vol. 46, n° 539, p. 355-357, 8 fig., 5 réf. bibl. — Emploi de « strain gauges » ou jauges électriques de contrainte pour l'étude des efforts auxquels est soumis un pilier vertical sous l'action de forces latérales. Expériences faites sur des maquettes de piles. Description du dispositif. Essais effectués. Résultats obtenus. Possibilité d'utilisation des « strain gauges » à l'étude d'autres problèmes. E. 15987. CDU 690.237.52 : 620.17 : 681.208.

De **LA CONSTRUCTION PROPREMENT DITE**

Deb **INFRASTRUCTURE ET MAÇONNERIES**

Deb j **Infrastructure.**

Deb ja **Aménagements du sol.**

70-47. **Stabilisation du sol d'une plage par aniline-furfurale** (Aniline-furfural beach-soil stabilization). MUELLER (W.A.); *Civ. Engr. Corps* (U. S. Navy) (mai 1951), vol. 5, Bull. n° 54, p. 123-128, 10 fig. — La marine américaine a procédé à des essais de stabilisation du sol de plages par le procédé aniline-furfurale dans la proportion de deux pour un. Résumé des différents essais et résultats obtenus. Tableau comparatif des résistances obtenues avec différents produits stabilisateurs. E. 15974. CDU 624.138.

71-47. **Drainage des eaux superficielles et du sous-sol** (Surface water and subsoil drainage). *Brit. Stand. Code Pract.*, G.-B. (1951), n° (B) 1009, 14 p., 1 fig. — But du code. Définitions. Matériaux et mise en œuvre. Considérations sur les études : eaux de surface; eaux d'infiltration. Travaux en atelier; travaux sur place. Contrôle et essais. Entretien. E. 15754. CDU 631.6 : 389.64.

72-47. **Creusement, à la machine, des tranchées de drainage** (Mekaniseret draeningsarbejde). SCHLEDERMANN LARSEN (C. V.). *Lerindustrien*, Danm. (mars 1950), n° 1, p. 27-32, 14 fig. — Description des différents appareils permettant de creuser à la profondeur voulue les tranchées destinées à recevoir les conduites de drainages. Appareils à godets; à benne; appareils B. — E. 15371. CDU 696.122 : 621.879.

73-47. **Le rabattement des nappes aquifères.** BRU (J.); *Monde souterr.*, Fr. (fév.-avr. 1951), n° 63-64, p. 498-499, 11 fig. — Comparaison entre le procédé par rabattement et le procédé par palplanches et batardeaux pour les petits ou les grands travaux. Manière de réaliser le rabattement. Personnel, matériel, forage, pompes, nombre de forages, importance des débits. E. 16182. CDU 631.6.

Deb je **Terrassements.**

74-47. **Avantages mesurables des courbes extérieures pour les opérations de découvert** (Measurable advantages of

outside curves in overcast stripping). STEWART (L.), DICKKEY (R. M.); *Excav. Engr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 45, n° 5, p. 20-24, 63, 8 fig. — Description d'une méthode de terrassement à la pelle mécanique, comparaison des résultats obtenus avec ceux des méthodes classiques. Avantages de la nouvelle méthode. Différents exemples d'application. E. 16133. CDU 624.133 : 621.879.

75-47. **Les puits filtrants dans l'assèchement du sol** (Wellpoints in dewatering). SALTER (R. J.); *Muck Shifter*, G.-B. (mai-juin 1951), vol. 9, n° 6, p. 175-182, 10 fig. — Nécessité de l'assèchement pour les travaux d'excavation en dessous du niveau des eaux souterraines. Anciens procédés; leurs désavantages. Difficultés rencontrées par la méthode des puisards profonds. Espacements des puits filtrants. Description du dispositif; son mode opératoire. Assèchement des tranchées. Dispositifs étagés pour grandes profondeurs. Assèchement du South Bank. E. 16269. CDU 631.6 : 696.122.

Deb ji

Fondations.

76-47. **Fondations pour bâtiments dans les terrains aurifères de l'Etat libre d'Orange** (Foundations for buildings in the Orange Free State goldfields). JENNINGS (J. E.); *Nation. Build. Res. Inst.*, S. Afr. Coun. Sci. Industr. Res., Afr. S. (oct. 1950), p. 87-141, 28 fig., 16 réf. bibl. (Tiré à part de « J. S. Afr. Instn Engrs », vol. 49, nov. 1950, n° 4, mars 1951, n° 8). — Les terrains aurifères de l'Etat d'Orange composés en grande partie d'argile desséchée sont sujets au gonflement par suite de l'accroissement de l'humidité. Théories de thermo-osmose et d'équilibre de la teneur en humidité. Différents types de bâtiments utilisés sur de tels terrains : bâtiments souples et bâtiments rigides. Ancrages sur pieux. E. 16053. CDU 624.131.4 : 624.15.

77-47. **La préfabrication des armatures et des coffrages diminue de moitié le temps de coulage de fondations multiples** (Prefabrication of reinforcing and forms halves time for multiple footing pours). *Constr. Methods*, U. S. A. (mai 1951), vol. 33, n° 5, p. 100-101, 103, 6 fig. — Coulage de 46 fondations identiques pour un pont roulant. Caractéristiques des constructions métalliques supportées par ces fondations, terrassements. Coffrage en bois assemblé d'une seule pièce, sa mise en place, quatre coffrages semblables pour les 46 fondations. Durée des travaux : préparation du sol, pose des coffrages et des armatures. E. 16198. CDU 691.32 : 690.575 : 693.057.1

78-47. **La stabilité des massifs de fondation sous l'action de forces horizontales.** BONTRON (J.); *Ann. Ponts Chauss.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 167-198, 18 fig. (résumé anglais). — Après un examen critique des méthodes de calcul courantes pour la stabilité d'un massif enterré soumis à une force horizontale en tête, exposé d'une méthode faisant intervenir la butée sur une face et la poussée sur la face opposée. On écrit que la pression sur l'arête la plus chargée est égale à la pression de poinçonnement sur le terrain et que la condition de non-glissement de la base est satisfaite. En annexe, calcul approximatif d'une section circulaire équivalente à une section rectangulaire. E. 16128. CDU 624.15 : 624.131.

79-47. **La stabilité élastique des fondations rectangulaires.** MERCY (G.); *Ann. Inst. Techn. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mai 1951), n° 190 (Théories et méthodes de calcul, n° 11), 19 p., 19 fig. (résumé anglais). — Application d'une méthode de M. FERRANDON au problème de la stabilité élastique des fondations rectangulaires. Développement des calculs. Application pratique à quatre exemples. En annexe abaques donnant la limite élastique du sol. E. 15953. CDU 624.15 : 624.131.

80-47. **Le comportement des piles fondées en milieu pulvérulent indéfini.** MOGARAY (A.); *Ann. Ponts Chauss.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 133-166, 19 fig. (résumé anglais). — Analyse des désordres causés aux piles des ponts de Lyon sous la poussée des ouvrages déséquilibrés après destruction. Les massifs de fondation arrêtés dans un banc indéfini d'alluvions peuvent être considérés comme flottants en milieu pulvérulent. Les calculs exposés montrent que les piles-culées profondes et étroites offrent, en alluvions graveleuses, le même degré de sécurité que les très grandes culées classiques. E. 16128. CDU 624.2/8 : 624.15 : 624.131.2.

81-47. **Dispositif et procédé d'essais de chargement des pieux** (Device and procedure for loading tests on piles). KJELLMAN (W.), LILJEDAHN (Y.), *R. Swedish Geotechn. Inst.*, Suède (1951), Proc. n° 3, 36 p., 23 fig., 8 réf. bibl. — Importance des essais de chargement, divers types de dispositifs d'essais, ancien système suédois de chargement. Dispositif de chargement SGI. Ses avantages. Statique du dispositif. Procédés de chargement. Applications actuelles. E. 15888. CDU 624.154 : 620.1.

82-47. **Vibrations verticales dans les fondations de turbines à vapeur** (Ueber Lotrechtsschwingungen bei Dampfturbinen Fundamenten). GEIGER (J.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (26 mai 1951) n° 21, p. 287-290, 7 fig. — Masse des piliers. Élasticité à la flexion des semelles de fondation. Élasticité du sol. Forme des vibrations. Résistance à la torsion des poutres longitudinales. Comparaison des vibrations de l'ensemble machine-fondations et du rapport des vibrations du système machine-table de fondation aux vibrations du système semelle-sol. Raideur des angles des fondations et chanfreinage. Influence des goussets. E. 16043. CDU 624.15 : 534.

Deb 1 **Agrégats, mortiers, bétons.**

Deb le **Mortiers.**

83-47. **Mortier pour la construction en brique, la construction avec blocs de béton et la maçonnerie** (Mortar for brickwork block construction and masonry). ANDREWS (H.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.), G.-B. (1950), Bull. n° 8, iv + 12 p., 1 fig., 1 fig. h. t., 3 pl. h. t. — Principes régissant le choix d'un mortier : ouvrabilité, rétention de l'eau, vitesse de prise, durcissement, résistance à la pénétration de la pluie, durée, résistance au gel et dégel, résistance aux acides et sulfates. Mélanges recommandés pour les différentes sortes de travaux. Matériaux employés pour les mortiers. Préparation des mélanges. E. 15980. CDU 691.53 : 693.1.

84-47. **Les propriétés hydrauliques de la cendre légère de houille et leur influence sur la tenue du ciment Portland en présence de sulfates** (Die hydraulischen Eigenschaften von Steinkohlenflugasche und ihr Einfluss auf die Sulfatbeständigkeit von Portlandzement). KRONSEIN (W.); *Zement-Kalk-Gips*, All. (mai 1951), n° 5, p. 123-127, 32 fig., 1 réf. bibl. — Caractéristiques des cendres utilisées : composition chimique, durcissement par l'hydrate de chaux, par le ciment Portland. Essais de mortier dans une solution de sulfate de magnésium : constitution des éprouvettes, composition du mortier. Conduite des essais. Observations préliminaires. Résultats des essais du mortier en présence de la solution de sulfate. Résistance des mortiers en fonction de la composition des cendres; perte de résistance avec le temps d'action de la solution; la présence des cendres améliore considérablement la tenue des mortiers en présence du sulfate. Possibilités pratiques de l'emploi des cendres. E. 16036. CDU 691.53 : 691.322.55

Deb li **Béton ordinaire.**

85-47. **La dilatation thermique du béton** (The thermal expansion of concrete). BONNELL (D. G. R.), HARPER (F. C.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1951), T. P. n° 7, iv + 22 p., 23 fig., 26 réf. bibl. — Les essais effectués ont permis d'établir que les agrégats siliceux ont des coefficients de dilatation thermique élevés, les calcaires ont de faibles coefficients. Le coefficient de dilatation thermique d'un béton dépend pour une grande part du type d'agrégat utilisé. Ce coefficient augmente légèrement avec la teneur en ciment. Influence de la saturation et de la teneur en eau du béton. E. 15985. CDU 691.32.

86-47. **Production des agrégats (sable et gravier) pour le barrage de Hungry Horse** (Producing sand and gravel aggregates for Hungry Horse dam). LENHART (W. B.); *Rock Prod.*, U. S. A. (fév. 1951), vol. 54, n° 2, p. 98-105, 18 fig. — Renseignements généraux sur la construction du barrage. Utilisation des cendres volantes de carneaux pour remplacer 30 % de béton. Étude attentive de la constitution du béton. Mélanges de base. Conditions de température. Séquence des essais. Production des agrégats. Caractéristiques de cette production. Extraction du sable et sa préparation. Quelques chiffres relatifs au barrage. Personnel d'exécution. E. 15710. CDU 627.8 : 691.322.

87-47. **Critérium pratique pour apprécier et limiter le danger de fissuration dans le béton armé (à suivre)** (Praktisches Kriterium zur Beurteilung und Einschränkung der Rissgefahr im Eisenbeton). RYCHNER (G. A.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (9 juin 1951), n° 23, p. 319-323, 5 fig. — Établissement d'une théorie générale de la fissuration du béton. Hypothèse de la constance de l'allongement du béton. Explication par la théorie de certains résultats d'essais. Dépendance de la largeur des fissures et des contraintes. Étude d'une section rectangulaire. Différence des tensions de l'acier lors de la formation des fissures. Divers exemples. Largeurs de fissures. Retrait du béton. E. 16237. CDU 691.32 : 539.37.

88-47. **La construction en béton. Travaux de coffrage** (Der Betonbauer. Die Einschaltungsarbeiten). KUPFER (C.). Éd. : Rudolf Müller, Cologne, All. (1951), vol. 1, 157 p., 137 fig. Voir analyse détaillée B-467 au chap. III « Bibliographie ». E. 15846. CDU 691.32 : 690.575(02).

89-47. **Résistance du béton au gel (fin)** (Frostbeständigkeit des Betons). WOGGIN (A.); *Esterr. Bauztg.*, Autr. (12 mai 1951), n° 18-19, p. 7-11, 5 fig. — Calcul du coefficient de dilatation critique de l'agrégat. Action de l'humidité, absorption par le ciment, abaissement de la résistance à la compression et augmentation de la résistance à la traction. Influence de l'humidité sur la valeur du module d'élasticité. Conditions d'obtention d'un béton résistant au gel : relatives au ciment, aux agrégats. Influence du sable et des bulles d'air incluses dans le béton sur la résistance au gel. Influence du dosage du béton. E. 15886. CDU 691.32 : 620.192.422.

90-47. **Expérience d'organisation des travaux de bétonnage d'une centrale hydraulique dans les conditions de l'hiver du Nord de l'Oural (en russe)**. GRICHINE (A. V.); *Gidrotech. Stroït.* U. R. S. S. (1950), p. 12-14. — Compte rendu d'une campagne de bétonnage par température descendant à — 25° C. Réchauffage des agrégats à la vapeur. Réchauffage électrique périphérique des blocs de béton avec des électrodes en barres d'acier. Réchauffage du parement des blocs coulés par poêles mobiles et arrosage à l'eau chaude. Détails divers d'organisation. E. 16129. Trad. I. T. 295, 5 p. CDU 691.328 : 699.8.

91-47. **Bétonnage d'un canal pendant l'hiver (en russe)**. BODIANSKI (B. A.), KARIEV (M. I.); *Gidrotech. Stroït.*, U. R. S. S. (1950), n° 12, p. 15. — Mode d'exécution d'un revêtement de canal pendant l'hiver, au moyen de béton compacté par des vibrateurs électriques plats sur lesquels on a monté des injecteurs de vapeur. E. 16130. Trad. I. T. 296, 2 p. CDU 626.1 : 693.6 : 693.556.4

92-47. **Vibration du béton. Revue des recherches récentes** (Vibration of concrete. A review of some recent researches). B. R. S. (Depart. Sci. Industr. Res.) (fév. 1951), n° A 32, 11 p. — Au cours de la période s'étendant de 1938 à 1950, un certain nombre de recherches ont été faites, sur la vibration du béton, à la Building Research Station et dans différentes stations étrangères. Ces recherches ont permis de tirer certaines conclusions parmi lesquelles : l'influence de la dimension des agrégats est faible; les basses fréquences sont inefficaces; les vibrations améliorent l'adhérence du béton sur les armatures, etc. E. 15772. CDU 693.556.4.

93-47. **Quelques réflexions sur la vibration du béton** (Troche uwag na temat wibracji betonow). ZUCHOWSKI (Z.); *Przeł. Budowl.*, Pol. (jan. 1951), vol. 23, n° 1, p. 19-25, 2 fig. — Observations sur la production du béton, la réalisation des ondes vibratoires, les secousses des tables vibrantes, les moules pour les éléments préfabriqués en béton vibré; grande importance des détails. E. 15310. CDU 693.556.4 : 621.929.

94-47. **Séchage du béton à la vapeur au moyen d'un générateur à feu direct** (Steam curing with direct firing unit). NORDBERG (B.); *Rock Prod.*, U. S. A. (jan. 1951), vol. 54, n° 1, p. 191-193, 194-198, 5 fig. — Nouveau procédé de séchage des éléments en béton. Générateur spécial de vapeur à chauffage direct. Cycle du séchage. Exécution du séchage. Installation du foyer. Les résultats de plus d'une année d'exploitation confirment que les produits obtenus sont de meilleure qualité et plus uniformes. E. 15709. CDU 691.32-412.

95-47. **Utilisation des procédés « Vacuum concrete ». Exécution des dallages au port du Havre**. LEVIANT (I.), SAYETTE (E. de la), *Tech. Mod. Constr.*, Fr. (avr. 1951), t. 6, n° 4, p. 160-162, 5 fig. — Description des travaux de dallage en béton par le procédé d'essorage par le vide au moyen de panneaux de 1 x 1,25 m. Élimination de 27 % de l'eau de gâchage. Résultats obtenus pour la qualité du béton. E. 15876. CDU 693.625 : 691.32.

96-47. **Le revêtement du canal d'Ottmarsheim en dalles de béton préfabriquées par « Vacuum Concrete »**. BORDEAUX (M.); *Génie Civ.*, Fr. (15 mai 1951), t. 128, n° 10, p. 181-186, 8 fig. — Revêtement semi-souple de talus en remblai par dalles minces préfabriquées de 9 cm d'épaisseur en éléments de 2 m² en béton traité par le procédé « Vacuum Concrete ». Emploi de 23 000 dalles; organisation de la fabrication. Procédé de pose. E. 15957. CDU 626.6 : 693.6 : 693.5.

97-47. **Moyens de préserver le béton contre les agents nuisibles (suite)** (Medios de preservar el hormigon contra los agentes agresivos). NICOL (A.); *Cemento Hormigon*, Esp. (fév. 1951), vol. 17, n° 203, p. 52-55. — Compte rendu d'essais officiels faits

aux U. S. A. sur des mélanges à diverses teneurs de béton avec inclusion d'air, avec emploi de la résine Vinsol. Les substances « aéatrices » les plus efficaces paraissent être la pozzolite, le Darex A. E. A. et la résine Vinsol. La corrosion par la glace est fréquente, mais les « aérateurs » offrent contre elle une solution assez satisfaisante. Remèdes contre la perméabilité (ou la porosité) : substances remplissant les pores, substances imperméabilisantes. Épreuves effectuées par le « Bureau of Standards ». E. 14860. CDU 691.328 : 693.552.7.

Deb lo Bétons spéciaux.

98-47. **Le béton sans fines. II** (No fines concrete). *Sci. Build., Commonwealth Experiment Build. Stat.*, G.-B., n° SB 12, 4 p., 30 fig. — Emploi du béton sans fines pour les semelles, murs, couches étanches, baies et ouvertures, portes et fenêtres extérieures, partie supérieure des murs, toitures, foyers et cheminées, planchers reposant directement sur le sol. E. 16195.

CDU 691.328 : 693.54.

99-47. **Le béton léger.** DUTRON (R.); *Bâtir*, Fr. (mars 1951), n° 11, p. 4-8, 6 fig. — Définition du béton léger. Matériaux de fabrication : mâchefer, laitiers de haut fourneau, débris de briques et poteries, agrégats minéraux, agrégats ligneux. Conclusions. E. 16028.

CDU 691.322.

100-47. **Les bétons allégés. II. Les bétons cellulaires** (suite). LEVY (J.-P.); *Rev. Mat. Constr. Ed. « C »*, Fr. (mai 1951), n° 428, p. 165-168. — Fabrication de la pâte, son dosage et son moulage; le durcissement des bétons cellulaires, les types d'éléments fabriqués, les conditions générales imposées à la fabrication. La fabrication d'un béton gaz durci à l'air, d'un béton à la chaux et au ciment durci à l'autoclave, d'un béton mousse. Les prescriptions des cahiers des charges relatifs à la fabrication et les prix de revient. E. 16026.

CDU 691.32-412 : 690.013.

101-47. **Béton aéré. II.** (Aerated concrete. II.). B. R. S., G.-B. (avr. 1951), n° 29, 3 p. — Blocs préfabriqués. Éléments préfabriqués. Coulage du béton en place. Coupe et cloutage. Plâtrage et pose d'enduit. E. 15684.

CDU 691.32-412 : 693.057.1.

102-47. **Couverture légère de toiture coulée en place** (Lightweight poured-in-place roof deck); *Constr. Methods*, U. S. A. (mai 1951), vol. 33, n° 5, p. 56-58, 11 fig. — La couverture de la toiture de la station de tramway de Journal Square, à Jersey City, a été coulée en béton cellulaire léger. Coffrages. Coulage du « Poretherm » : mélange et constitution du béton, mise en œuvre de celui-ci. E. 16198.

CDU 690.24 : 693.54.

103-47. **Béton léger « Siporex » et ses applications en Suède** (Lättbetongindustriens utveckling i Sverige : Siporex). *Cement Betong*, Suède (mars 1951), n° 1, numéro spécial, 100 p., nombr. fig. — Le « Siporex », inventé en Suède en 1933 par I. EKLUND et L. FORSEN, est constitué par la réaction, à 150° C des silicates basiques du ciment sur du sable quartzeux et forme un monosilicate de calcium, l'adjonction de poudre d'aluminium en fait un mortier poreux. Le « Siporex » a pris un développement extraordinaire dans les pays scandinaves et notamment en Suède. C'est un béton léger qui allie les qualités d'isolation thermique et phonique, d'imperméabilité, de résistance, de facilité de mise en œuvre. Les agglomérés de « Siporex » se scient et se clouent facilement. Ses applications sont innombrables : dalles, poutres (armées), éléments de maisons préfabriquées, cloisons, etc. E. 15707.

CDU 691.328 : 691.31.

Deb m Maçonneries ordinaires et travaux annexes.

Deb mo Ouvrages annexes.

104-47. **Revêtement au mortier de siphons métalliques de 3,35 m de diamètre** (Mortar lining 11-ft. steel siphons), COWAN (J. G.); *West. Constr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 26, n° 5, p. 72-73, 5 fig. — Revêtement exécuté pour l'aqueduc de Los Angeles par l'American Pipe and Construction Company. Travail exécuté en 20 j : nettoyage à la machine. Préparation du mortier. Méthode de mise en place du revêtement. Utilisation de l'expérience acquise en vue de travaux futurs. Personnel employé aux travaux. E. 16161.

CDU 628.15 : 693.6.

105-47. **Fantômes du plâtre dans les bâtiments** (Pattern staining in buildings). BILLINGTON (N. S.), BONNELL (D. G. R.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.), (1949), rapp. spéc. n° 6, IV + 18 p., 8 fig., 3 pl. h. t. — On constate, au bout d'un certain temps, que

le plâtre d'un plafond qui présentait à l'origine une teinte uniforme, est marqué par des bandes plus sombres correspondant à l'emplacement des lattes situées derrière le revêtement. Mécanisme de formation de ces bandes sombres. Observations faites sur des bâtiments. Méthodes possibles pour éviter leur apparition : augmentation de l'épaisseur du revêtement; isolation appliquée sous le revêtement. E. 15993. CDU 693.6 : 620.19 : 699.8.

Deb n Procédés de construction utilisant le béton.

Deb ni Béton précontraint.

106-47. **L'évolution de la précontrainte du béton armé au cours de la reconstruction des ouvrages d'art du Nord et du Pas-de-Calais (à suivre).** DUMAS (F.); *Travaux*, Fr. (juin 1951), n° 200, p. 375-382, 18 fig. — Description de divers ouvrages en béton précontraint : passerelle de halage de Sainte-Hélène en poutres de 31,38 m de portée. E. 16062.

CDU 624.27 : 693.57.

107-47. **L'évolution de la précontrainte. Enseignements déduits de la construction de divers ouvrages : Pont d'Arles-sur-Tech (à suivre).** BARETS (J.), HERVET (J.), AVERSENG (E.); *Travaux*, Fr. (juin 1951), n° 200, p. 408-412, 10 fig. — Description du pont d'Arles-sur-Tech de 35 m de portée constitué de six poutres droites de 1,60 m de hauteur. E. 16062.

CDU 624.27 : 693.57.

108-47. **Installation de précontrainte de béton** (Plant for prestressed concrete). *Reinf. Concr. Rev.*, G.-B. (oct. 1950), vol. 2, n° 4, p. 260-264, 9 fig. — Résolution de divers problèmes matériels; dispositifs de serrage des barres; cinq types différents, avantages comparés. Équipement de tension des barres : vérins hydrauliques, à vis, leviers, tension simultanée de plusieurs fils. Détermination de la contrainte. Statimètre. Dispositifs de vibrage et de compactage du béton. E. 16239.

CDU 691.328.2 : 621.929.

109-47. **Une cloison transversale dans les moules de béton précontraint coulé en grandes longueurs** (A flexible mould stop for long line prestressed concrete). CLARKE (N. W. B.); *Civ. Engng.*, G.-B. (mai 1951), vol. 46, n° 539, p. 351-352, 5 fig. — Il arrive que des pièces en béton de grande longueur soient coulées d'un seul tenant, puis sectionnées en éléments plus courts après durcissement du béton. Le sciage de ces pièces est difficile et coûteux. C'est pourquoi on a imaginé d'interposer des cloisons transversales en caoutchouc ou en matière plastique disposées aux emplacements prévus pour cette opération. Après enlèvement de ces pièces plastiques on n'a plus que les fils à couper. E. 15987.

CDU 693.57 : 690.575.

110-47. **Effets de solidarité rétroactive dans les constructions en béton** (Effetti di solidarietà retroattiva nelle costruzioni in calcestruzzo). LEVI (Fr.); *Ingegnere*, Ital. (avr. 1951), n° 4, p. 375-376. — L'introduction retardée de liaisons dans les structures élastico-visqueuses, en particulier dans les constructions en béton, donne lieu à des réactions hyperstatiques d'intensité croissant graduellement dans le temps. On établit la loi de variation de ces réactions, puis on en déduit des considérations de caractère pratique : cas d'un plancher rectangulaire appuyé sur les quatre côtés; cas d'un arc à rotules; cas de constructions précontraintes hyperstatiques solidarisées par l'introduction de câbles appropriés de liaison. E. 15971.

CDU 691.32 : 539.37.

111-47. **Construction du premier pont précontraint de l'Ouest des États-Unis** (Erecting the West's first prestressed concrete bridge). *West. Constr.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 26, n° 4, p. 76-77, 6 fig. — Renseignements sur la résistance du béton. Appareils pour mesurer les contraintes. Exécution des scellements. Le transport et le levage des poutres. Personnel chargé des travaux. E. 15762.

CDU 693.57 : 624.27.

112-47. **Poutres précontraintes avec adhérence** (Prestressed beams with bond). ABELES (P. W.); *Engng. News Rec.*, U. S. A. (12 avr. 1951), vol. 146, n° 15, p. 42-44, 5 fig. — Les essais ont montré qu'il était avantageux de réaliser l'adhérence du béton aux fils de précontrainte, au point de vue résistance, diminution de la fissuration et répartition de la charge. On emploie alors des fils plus fins. Comparaison des résultats obtenus avec et sans adhérence. Étude des déformations des poutres précontraintes sous l'effet de la charge. E. 15640.

CDU 693.57 : 690.237.22.

113-47. **Éléments de murs en béton précontraint, pour école, transportés sur 328 km** (Precast concrete wall panels for school trucked 210 miles to site). *West. Constr. News*, U. S. A.

(avr. 1951), vol. 26, n° 4, p. 81-83, 4 fig. — Considérations sur la construction des panneaux. Techniques de la préfabrication. Transport des panneaux jusqu'au chantier. Fixation des panneaux sur l'ossature. Procédés de levage et de construction. Personnel chargé des travaux. E. 15762.

CDU 693.57.691.41 : 690.22.

114-47. Pylônes de lignes de force en béton précontraint (Elektriske ledningsmaster af forspændt beton). OSTENFELD (Chr.), JONSON (W.); *Ingeniøren*, Danm. (5 mai 1951), n° 18, p. 378-381, 10 fig. — Les pylônes en bois doivent être imprégnés, les pylônes en acier doivent être peints périodiquement et les pylônes en béton armé se fissurent en exposant leur armature aux intempéries. Le pylône en béton précontraint élimine toutes ces difficultés. Il ne nécessite aucun entretien, est plus léger que le béton armé ordinaire, exige beaucoup moins d'acier et peut être chargé jusqu'à 90 % de la limite de rupture. Son emploi s'est beaucoup développé en Suisse (pylônes de lignes de force), en France (chemin de fer électrique Paris-Lyon) et en Allemagne. Les économies de matériaux que ce système procure sont particulièrement intéressantes pour le Danemark qui doit importer tout son bois et son acier. E. 15867.

CDU 690.237.52 : 693.57.

115-47. Nouvelles méthodes soviétiques d'exécution du béton précontraint (Nowe radzieckie metody wykonywania wyrobów z betonu wstępnie sprezonego). KALINSKI (B.); *Przegl. Budowl.*, Pol. (avr. 1951), vol. 23, n° 4, p. 159-164, 15 fig., 6 réf. bibl. — L'article donne une description détaillée de procédés qui permettent d'obtenir une résistance de 4 000 kg/cm² dans des conditions économiques par le travail à la chaîne sur une bande sans fin. E. 15750.

CDU 691.328.2.

116-47. Poutres en béton précontraint dans la construction des toitures de l'usine de cartonnage de Kaukopää (Kaukopään kartonkitehtaan kattorakenteen etujännitetty betoni-palkit). SCHULTZ (S.); *Rakennusinsinööri*, Finl. (1951), n° 4, p. 42-51, 31 fig. (résumé anglais). — Lors de l'étude de la construction de la toiture de 312 m de longueur et après examen de diverses solutions, le choix s'est porté sur les poutres en béton précontraint. Leur réalisation a été confiée à la firme danoise Ostenfeld et Jönson. Description des différents stades des travaux : les méthodes d'exécution. Comparaison entre les constructions en béton armé ordinaire et précontraint. Avantages de ce dernier du point de vue économique et pour l'organisation du travail. E. 15887.

CDU 690.237.22 : 693.57.

117-47. Pré-tension et post-tension (Pre-tensión y post-tensión). ABELES (P. W.); *Hormigon Elastico*, Argent. (jan. 1951), n° 1, p. 10-20, 14 fig., 4 réf. bibl. — Propriétés du béton précontraint, élasticité, résilience. Tableau comparatif des opérations successives sur le béton préalablement tendu et sur le béton post-tendu. Tension contre les coffrages et tension contre des piliers séparés. Grosseur des fils de tension. Tendeurs des fils. Perte de la tension initiale, tableau comparatif entre la tension préalable et la post-tension. E. 14919.

CDU 691.328.2.

118-47. Calcul des extrémités de poutres en béton précontraint (Diseño de los extremos de vigas de hormigón pre-comprimido). MAGNEL (G.); *Hormigon Elastico*, Argent. (jan. 1951), n° 1, p. 21-24, 7 fig. — Méthode assez précise qui concorde avec les résultats d'essais. Conditions qui permettent d'établir la valeur des coefficients et de tracer le cercle de MOHR pour déterminer les contraintes principales de traction. On donne deux exemples de calcul. La méthode proposée n'est pas parfaite, mais elle est pratique et donne un facteur de sécurité égal au moins à deux, suffisant pour les applications courantes. E. 14919.

CDU 691.328.2 : 690.237.22 : 518.5.

Dec **CHARPENTE, MENUISERIE, SERRURERIE**

Dec j **Travail du bois.**

119-47. Traité de charpente en bois. CONTET (M.). Éd. : Garnier Fres, Paris (1951), 1 vol., 344 p., 520 fig. Voir analyse détaillée B-449 au chap. III « Bibliographie ». E. 15960.

CDU 694.1(02).

120-47. Constructions en bois. STEEL (G.), PAYE (R.). Éd. : Les Éditions « Erasme », s. a., Bruxelles-Forest, Belg. (1950), t. 1, 159 p., nombr. fig. Voir analyse détaillée B-450 au chap. III « Bibliographie ». E. 15959.

CDU 694.6 : 674.05(02)

121-47. La construction en bois dans les édifices et les ponts (Holzbau im Hoch-und Brückenbau). WHILLE (F.). Éd. : Rudolf Müller, Oldenbourg, All. (1950), 1 vol., XII + 283 p., 215 fig. Voir analyse détaillée B-466 au chap. III « Bibliographie ». E. 15845.

CDU 694.1(02).

122-47. Membrure composée en bois, travaillant en compression. Contribution à son calcul (Der zusammengesetzte Druckstab aus Holz. Ein Beitrag zu seiner Berechnung). LOMBARDI (G.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (2 juin 1951), n° 22, p. 301-303, 7 fig. — Membrure composée à liaison continue des éléments. Considérations qualitatives sur le flambage des membrures composées à trois éléments. Établissement des équations différentielles du flambage dans le cas de membrures composées à trois éléments. Résolution des équations différentielles. Discussion des résultats. Membrure de compression à cinq éléments, à quatre éléments. Membrure à trois éléments, cas particulier de la membrure à cinq éléments. Membrure de compression à deux éléments. Conclusion. E. 16162.

CDU 694.1 : 518.5

Dec l **Travail des métaux.**

Dec le **Charpente en fer.**

123-47. Économie de poids, donc économie d'argent dans un groupe de bâtiments de Los Angeles (Weight saving means money saving on Los Angeles building group). *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (26 avr. 1951), vol. 146, n° 17, p. 39-41, 4 fig. — Ossature métallique ne pesant que 54 kg par mètre carré de surface couverte. Panneaux de planchers préfabriqués en acier. Enduits en plâtre léger. Description du groupe de trois bâtiments de douze étages. Ossature métallique. Les planchers, les efforts horizontaux. Dispositif simple à l'épreuve du feu. E. 15927.

CDU 728.2 : 690.031.

124-47. Hangars en aluminium à l'aéroport de Londres (Aluminium hangars at London airport). *Engineer*, G.-B. (1^{er} juin 1951), vol. 191, n° 4975, p. 721, 2 fig. — Les hangars actuellement en cours de construction à l'aéroport de Londres sont les premiers hangars construits entièrement en alliage d'aluminium. Ils consistent en trois travées de 45,75 × 33,55 m, d'une hauteur libre de 9,15 m. Chaque travée est constituée par six charpentes placées à 6,70 m d'axe en axe. La toiture est en aluminium ondulé avec parties vitrées. Montage des fermes. E. 16160.

CDU 629.139.2 : 725.39 : 691.77.

Dec lo **Autres ouvrages.**

Dec lom **Quincaillerie.**

125-47. Clous et joints cloués (Nails and nailed joints). FOSTER (Th.) tiré à part de *Illustr. Carpenter-Builder*, G.-B., 8 p., 27 fig., 1 pl. — Différentes sortes de clous et de pointes utilisés dans la menuiserie et la charpente. Différentes sortes de marteaux, formes et dimensions normalisées. Diamètres des mèches utilisées pour les avant-trous. Assemblages et joints cloués utilisés en charpente. Pratiques américaine, anglaise et continentale. E. 16009.

CDU 694 : 621.886.

Ded **COUVERTURE, ÉTANCHÉITÉ, ACHÈVEMENT**

Ded ma **Travaux de peinture.**

126-47. Le matériel de peinture au pistolet. LE PETIT (M.); *Tech. Appl.*, Fr. (1951), n° 19, p. 25-26, 3 fig. — Étude sommaire du matériel nécessaire à la peinture au pistolet : pistolets, groupes compresseurs, systèmes de protection des opérateurs. E. 15954.

CDU 698.1 : 621.9 : 621.54.

Def **PRÉFABRICATION**

127-47. La préfabrication des maisons (The prefabrication of houses). KELLY (B.). Éd. : Technol. Press Mass. Inst. Technol., John Wiley and Sons, Inc., New York, U. S. A. (1951), 1 vol., XXII-466 p., 32 fig., 98 fig. h. t. Voir analyse détaillée B-459 au chap. III « Bibliographie ». E. 15973.

CDU 728.3 : 693.057.1(02).

128-47. L'évolution des techniques de construction en Allemagne. BRILLAUD (J.); *Bâtir*, Fr. (avr. 1951), n° 12, p. 19-23, 11 fig. — Réalisations de constructions par montage. Méthodes d'assemblage avec les autres méthodes de construction. Comparaison des prix de revient. Maisons préfabriquées. Perspectives d'avenir. E. 16186.

CDU 728.3 : 690.022.

Di **INSTALLATIONS ANNEXES**Dic **CLIMATISATION**Dic j **Théories et techniques générales.**

129-47. **Les coefficients de rayonnement des matériaux.** CADIERGUES (R.); *Ann. Inst. Techn. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mai 1951) (Équipement Technique n° 11), n° 188, 14 p., 11 fig., 15 réf. bibl. (résumé anglais). — Importance pratique de la connaissance précise des coefficients de rayonnement. Étude générale du phénomène de rayonnement thermique, en particulier de l'émission et de la réflexion et comparaison des corps courants au corps radiant intégral. Tableau des émissivités recommandées et aspect particulier pris par ces émissivités pour les isolants et pour les métaux. Aspect particulier de l'aluminium. Recommandations pratiques pour les entrepreneurs et ingénieurs du Bâtiment. En annexe : justifications scientifiques et tableau complet des résultats de mesure d'émissivités. E. 15953.

CDU 691.536.2.

130-47. **L'unité de chaleur** (The heat unit). GRIFFITHS (E.); *Engineering*, G.-B. (11 mai 1951), vol. 171, n° 4450, p. 577, 4 fig. — Le « Joule » a été adopté comme unité fondamentale de chaleur. Tableaux donnant la valeur en joules de la calorie internationale, de la calorie thermo-chimique, de la British thermal unit, etc... Tableau de la chaleur spécifique de l'eau en joules par degré centigrade. Tableaux de conversion. E. 15988.

CDU 536.2.

131-47. **Les données du confort du point de vue de l'ingénieur** (Engineering aspects of comfort data). LEOPOLD (Ch. S.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 23, n° 4, p. 136-140, 9 fig. — Définition du confort. Production de chaleur du corps humain suivant son activité. Conditions de thermo-équivalence et température réelle. Zones de confort; leur détermination. Effets de radiation. Relations entre températures extérieure et intérieure. E. 15642.

CDU 393.3 : 612.5 : 697.

132-47. **Le problème du rayonnement solaire dans les installations d'air conditionné** (The sunshine problem in air conditioning). BILLINGTON (N. S.); *J. Instn. Heat. Ventil. Engrs.*, G.-B. (juin 1951), vol. 19, n° 190, p. 112-135, 16 fig., 14 réf. bibl. — Considérations sur la construction des immeubles du point de vue du réchauffement solaire. Traitement des surfaces extérieures pour éliminer la chaleur solaire. La transmission de la chaleur solaire à travers les murs et les toitures; influence du cloisonnement intérieur. Conclusions relatives à l'influence réduite de la construction des murs extérieurs sur les conditions intérieures d'un bâtiment entièrement exposé au soleil. E. 16270.

CDU 697 : 551.521.

133-47. **Comment le soleil frappe les constructions** (Handling sun loads on buildings). FOXHALL (W. M. B.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 48, n° 4, p. 76-80, 8 fig., 8 réf. bibl. — Diagramme de l'hémisphère céleste. Utilisation de ce diagramme. Angles d'incidence des rayons solaires sur les surfaces verticales. Prévion des ombres et surplomb des toitures. Flux calorifique traversant les vitres. Construction du diagramme des positions du soleil. E. 15760.

CDU 697.551.521.

134-47. **Spécification « Mima » pour l'isolation des installations de chauffage dans les bâtiments commerciaux et industriels et immeubles d'habitation, récemment adoptée par l'Association des fabricants de produits magnésiens isolants** (MIMA specification for the insulation of heating systems in commercial and institutional buildings, and multiple dwellings, just adopted by The Magnesia Insulation Manufacturers Association); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 23, n° 4, p. 128-129. — Cette spécification étudie successivement les sujets suivants : généralités; matériaux pour l'isolation; épaisseurs; application (tuyauteries, raccords, robinetterie, brides, etc...). Application sur chaudières, réservoirs, échangeurs, pompes, etc. Finissage : pour l'intérieur, pour l'extérieur. Épaisseur des isolants sur tuyaux. E. 15642.

CDU 699.86 : 697 : 621.6.

135-47. **Valeurs minima de l'isolation thermique due aux murs extérieurs** (Mindestwerte des Wärmeschutzes von Aussenwänden). SCHÜLE (W.), SCHÄCKE (H.); *Gesundheitsingenieur*, All. (mai 1951), n° 9, p. 137-139, 6 fig., 7 réf. bibl. — Mesures thermo-techniques des murs extérieurs basées sur des constructions éprouvées. Exigences relatives aux murs extérieurs des locaux du point de vue de l'hygiène : température des locaux compatible avec le confort; température des murs inter-

disant la condensation. Valeurs de l'isolation minimum des murs extérieurs en fonction d'une température extérieure donnée, d'après les principes de l'hygiène. Valeurs minima d'isolation dépendant de la température extérieure. E. 15878.

CDU 699.86 : 612.5 : 690.22.

136-47. **Une révolution nécessaire dans la technique des climats artificiels.** MISSENAARD (A.); *Bâtir*, Fr. (mars 1951), n° 11, p. 29-31, 3 fig. — Défauts des instruments de mesure et de contrôle de la sensation de chaleur. Température résultante. Emploi du thermomètre résultant sec. Nécessité de son utilisation dans les réceptions d'installations. E. 16028.

CDU 612.5 : 620.1 : 697.

137-47. **A propos des unités employées en chauffage.** PRUD'HON (G.); *Chauff. Ventil. Conditionn.*, Fr. (avr. 1951), n° 4, p. 10, 13-17. — Examen critique des termes employés pour désigner les unités de quantité de chaleur : la calorie, la grande calorie, la thermie, le joule. Examen identique pour les températures, degré centigrade, degré centésimal, degré Celsius, degré Kelvin. Même examen des termes utilisés pour les unités de pression exprimées en mètre, en centimètre, en millimètre par unité de surface, en kilogramme par centimètre carré, en gramme par centimètre carré, en pièces, en hectopièces, en bars. Propositions faites par l'auteur pour la désignation des nouvelles unités. E. 15746.

CDU 697.

138-47. **Conception, exploitation et entretien des services thermiques et électriques des grandes collectivités.** XII, GERARD-RICHARD (L.); *Chaud-Froid*, Fr. (mai 1951), n° 53, p. 23, 25, 27, 29, 1 fig. — Études des projets adoptés. Étude des fonctions de relations des appareils, usage des schémas fonctionnels : erreurs ou omissions sur les chiffres d'affaires, erreurs ou omissions sur l'accessibilité d'organes essentiels pour les prévisions de démontage d'entretien, sur l'alimentation en fluide et en énergie, sur le transport des appareils et leur introduction dans le local prévu. Les correctifs d'incompatibilités entre les bâtiments et leurs aménagements. E. 15916.

CDU 697.27.

Dic l

Le chauffage.

139-47. **Directives V. D. I. Installations dépendant de la technique du chauffage** (VDI-Richtlinien-Heiztechnische Anlagen). V. D. I., All. (déc. 1950), 3^e édit. n° VDI 2300, 13 p., 20 fig. — Directives relatives à la mise au concours des installations dépendant de la technique du chauffage. Caractéristiques des locaux convenables pour la chauffe et le stockage du combustible : situation et dimensions, conduits de fumées, éclairage et ventilation, évacuation de l'eau, portes, sols et plafonds. Caractéristiques techniques des chaudières et des installations de distribution du combustible et d'évacuation des cendres et des mâchefer. Accessoires, tuyauteries, installations de pompage. Exemples de réalisation. E. 16196.

CDU 697.

140-47. **Recherche sur le chauffage des habitations occupées** (Heating research in occupied houses). WESTON (J. C.); *J. Instn. Heat. Ventil. Engrs.*, G.-B. (mai 1951), vol. 19, n° 189, p. 47-108, 27 fig., 10 réf. bibl. — Essais effectués entre mai 1948 et mai 1950 sur 20 maisons occupées. Manière dont ont été opérées les mesures. Mode de chauffage des logements. Appareillage d'enregistrement des mesures de chaleur. Résultats des recherches : températures moyennes des différents locaux, en fonction de la température extérieure et de la vitesse du vent. Apports de chaleur suivant diverses sources, leurs variations en fonction de la température extérieure. Ventilation. Efficacité des divers modes de chauffage. Conclusions techniques : températures à obtenir, le chauffage et les projets d'habitations : construction, portes, fenêtres, cheminées, chauffage de l'air et de l'eau, isolation et réservoirs, cuisines, ventilation. Discussion du rapport par un certain nombre de personnalités. E. 15926.

CDU 697.124.

141-47. **Les échangeurs de chaleur réduisent le prix de revient du conditionnement d'air** (Heat exchangers reduce air conditioning costs). GIPSON (A. H.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 48, n° 5, p. 71-73, 4 fig. — Les échangeurs de chaleur, plus communément appelés en France, échangeurs de température, peuvent être du type direct ou du type indirect suivant que l'air à réchauffer est en contact direct avec la feuille métallique chauffée par l'air chaud, ou que l'on a recours à l'intermédiaire d'un liquide circulant dans des serpentins. Fonctionnement des échangeurs. Application au conditionnement d'air. Différents types d'appareils. E. 16132.

CDU 697.94.

142-47. **Le chauffage central dans les habitations de l'avenir** (Die Zentralheizung im kommenden Wohnungsbau). SCHMITZ (J.); *Gesundheitsingenieur*, All. (mai 1951), n° 9, p. 142-

144. 4 fig. — Comparaison économique du chauffage central et des poêles isolés. Comparaison des températures obtenues dans les deux types de chauffage. Possibilité de diminuer les frais de première installation d'un chauffage central. Mesure des températures des locaux. Frais d'installation de chauffage central en fonction de diverses données. Rapport entre les frais de chauffage et les revenus des locataires. E. 15878. CDU 697.325.

143-47. **Facteurs pour l'étude des systèmes réfrigérateurs par panneaux et par air** (Design factors in panel and air cooling systems). LEOPOLD (Ch. S.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 23, n° 5, p. 115-128, 20 fig., 5 réf. bibl. — Construction des systèmes réfrigérateurs par panneaux. Systèmes par panneaux installés au plafond. Données relatives à ces installations, relevées d'après les résultats d'essais. Analyse du fonctionnement des systèmes réfrigérateurs en utilisant une analogie hydraulique. Influence des appareils d'éclairage. Discussion. E. 16131. CDU 621.56.

144-47. **La température de circulation de l'eau chaude dans les installations de chauffage à circulation par gravité ou par pompe** (Die Warmwasservorlauftemperatur bei Schwerkraft- und Pumpenheizung). KRASNITZKY (W.); *Gesundheitsingenieur*, All. (fév. 1951), n° 4, p. 53-55, 3 fig. — L'établissement correct de cette température pour les installations à radiateurs est essentiel pour la marche économique du système. Le calcul du problème à l'aide des formules de thermodynamique et des données de la norme DIN 4703 est illustré d'exemples pratiques et d'abaques pour les deux systèmes de chauffage. E. 14955. CDU 697.4.

145-47. **Le chauffage par l'eau surchauffée en cycle fermé**. CHIROL (J. G.); *Industr. Chauff.*, Fr. (sep. 1950), 27 p., 28 fig. — Principes et réalisations des installations de chauffage à eau très chaude. Production de l'eau surchauffée. Avantages et inconvénients de l'emploi de ce fluide. Applications aux chauffages des ateliers et des grands locaux, au chauffage à distance, au chauffage industriel : industries textiles, matières plastiques, industries alimentaires, industries chimiques, industries métallurgiques. E. 15800. CDU 697.4.

146-47. **Les générateurs et la sécurité**. MAUBOUCHE (H.); *Chaud-Froid*, Fr. (mai 1951), n° 53, p. 31, 33, 35, 37, 12 fig. — Examen des différents dispositifs utilisés pour la sécurité « hydrostatique » des chaudières à vapeur basse pression. Le dispositif de sûreté hydrostatique à retour différé. E. 15916. CDU 697.5.

147-47. **Problèmes relatifs à l'isolation des tuyauteries installées dans les constructions ouvertes** (Piping insulation problems of open structures). *Heat. Ventil.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 48, n° 5, p. 74-75, 4 fig. — Le grand terminus d'autobus de Manhattan est alimenté par une conduite principale de vapeur à 9,8 kg/cm² d'un diamètre de 203 mm. De nombreuses canalisations distribuent la vapeur dans les étages de ce bâtiment de 244 × 61 × 18,90 m. Pour isoler caloriquement les brides, les soupapes et les accessoires de ces nombreuses conduites on a utilisé un ciment spécial à 85 % de magnésie. Des tuyauteries sont noyées dans les chapes des rampes d'accès pour empêcher la formation de glace sur leur surface. E. 16132. CDU 697.5 : 621.6 : 699.86.

148-47. **Système expérimental de chauffage et de refroidissement** (Experimental cooling-heating system). MILLS (Cl. A.); *Archit. Forum*, G.-B. (nov. 1950), vol. 93, n° 5, p. 127-131, 17 fig. — Ce système est expérimenté dans une maison d'habitation construite dans les environs de Cincinnati. Les éléments chauffants composés de résistances électriques placées dans les corniches émettent des radiations calorifiques qui se réfléchissent sur le plafond, les cloisons et le sol formés de panneaux métalliques. Le système fonctionne en sens inverse pour le rafraîchissement des pièces, la chaleur étant absorbée par des serpents constamment refroidis. Un tableau comporte les performances du système mesurées sur 13 j et une comparaison des consommations de courant de ce système et d'un système traditionnel. E. 14538 (*). CDU 697.27 : 621.5.

149-47. **Le chauffage urbain du quartier de Pimlico** (Pimlico district-heating scheme). MARGOLIS (A. E.); *J. Instn. Heat. Ventil. Engrs.*, G.-B. (avr. 1951), vol. 19, n° 188, p. 15-29, 8 fig., 1 pl. h. t. — Méthode de chauffage par quartier. Chaleur nécessaire. Installation thermo-électrique. Transport de chaleur. Sous-station et accumulation de chaleur. Distribution. Branchements. Mesurage et appareils de mesure. Sécurité. Consommation de chaleur. Conclusion. E. 15705. CDU 697.3.

(*) Analyse faite par le C. S. T. B.

Dic n Traitement de l'air et de la matière.

150-47. **Les principes fondamentaux du conditionnement d'air. III.** (The fundamentals of air-conditioning. III.). KUT (D.); *Industr. Heat. Engr.*, G.-B. (avr. 1951), vol. 13, n° 66, p. 117-120, 5 fig. — Emploi des tables hygrométriques donnant les relations entre les différentes propriétés d'un mélange d'air et de vapeur d'eau. Emploi des graphiques psychrométriques, indiquant les corrections à faire intervenir en fonction des variations de la pression barométrique. Exemples d'utilisation. E. 15706. CDU 697.974 : 518.5.

151-47. **Les principes fondamentaux du conditionnement d'air. IV** (The fundamentals of air-conditioning. IV.). KUT (D.); *Industr. Heat. Engr.*, G.-B. (mai 1951), vol. 13, n° 67, p. 149-152, 4 fig. — Exemples de calculs du rapport d'humidité à maintenir dans une pièce suivant les conditions données de température. Établissement d'un graphique indiquant l'humidité spécifique en fonction de la température indiquée par un thermomètre protégé contre le rayonnement. Mélanges d'air provenant de deux ou trois courants différents. E. 15968. CDU 697.94 : 612.5.

152-47. **Un nouveau bâtiment de la clinique Mayo entièrement équipé à l'air conditionné** (New building at Mayo clinic completely air conditioned). STURM (W.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 23, n° 4, p. 97-102, 2 fig. — Le bâtiment du diagnostic de la clinique Mayo à Rochester (Minn.) a été complètement équipé à l'air conditionné. L'air conditionné permet d'établir un plan bien combiné. Conditions de l'étude de l'installation d'air conditionné. Choix du type d'installation. Raisons de ce choix. Sujétions spéciales aux étages inférieurs. Installations de secours. Quantités d'air entrant en jeu. Alimentation en eau. Services du chauffage. Protection contre le feu et détection des fumées. Appareillage à fondre la neige sur les trottoirs et les chaussées. Contrôle centralisé sur un tableau. E. 15642. CDU 725.515 : 697.94.

153-47. **Le conditionnement de l'air des théâtres** (Air conditioning theaters). DUBOIS (L. J.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 48, n° 4, p. 82-92, 9 fig. — Données et diagrammes permettant d'étudier facilement le conditionnement de l'air des théâtres contenant de 500 à 1 500 places. Classification des théâtres. Calcul des données du problème. Chauffage et ventilation. Quantité d'air. Distribution de l'air. Évacuation de l'air. Bruits. Isolation. Installation : frais d'établissement et d'exploitation. Exemples. E. 15760. CDU 725.821 : 697.94.

154-47. **Conditionnement d'air pendant toute l'année pour les habitations** (Year-round air conditioning for residences). WACHTER (G. R.), GERHART (C. M.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 48, n° 5, p. 88-102, 16 fig. — Différentes méthodes utilisées pour assurer un conditionnement d'air des habitations pendant toute l'année, chauffage en hiver et réfrigération en été. Systèmes séparés, systèmes combinés. Estimation de la charge d'un système de conditionnement. Choix d'un équipement. Étude des conditions en hiver et des conditions en été. Dispositifs de contrôle simples et combinés. E. 16132. CDU 697.94 : 728.3.

155-47. **La distribution de l'air dans les installations de ventilation et de climatisation** (Luftverteilung bei Lüftungs- und Klimaanlage). SPRENGER (E.); *Gesundheitsingenieur*, All. (mai 1951), n° 10, p. 157-162, 12 fig. — Conditions à remplir par les installations de distribution d'air. Les canalisations : matériaux constituant les canalisations; pertes de charge, pertes de chaleur; exemples. Bouches d'aération, leurs diverses positions : bouches murales; bouches de plafonds; plafonds perforés. Autres accessoires : registres. Calcul des canalisations. Aménée de l'air dans les pièces. E. 16042. CDU 697.9 : 621.6.

156-47. **Ventilation d'une papeterie moderne** (Ventilating a modern paper mill). *Industr. Heat. Engr.*, G.-B. (mai 1951), vol. 13, n° 67, p. 142-145, 6 fig. — Les plafonds de cette usine comportent deux couches de feuilles métalliques séparées par un espace d'air. L'air est introduit dans cet intervalle à la température convenable pour maintenir la feuille inférieure émaillée de couleur blanche à une température supérieure à celle du point de rosée de l'atmosphère. L'air circule dans ces intervalles à faible vitesse. Description de l'installation. E. 15968. CDU 697.9 : 725.4.

157-47. **Contribution au problème de la ventilation des toilettes et salles de bain intérieures dans la construction des immeubles d'habitation de caractère social** (Zur Problematik der Lüftung innenliegender Abort- und Bäder im sozialen Wohnungsbau). RÖDLER (F.), *Gesundheitsingenieur*,

All. (fév. 1951), n° 4, p. 58-61, 5 fig. — Considérations d'ordre pratique et sur les cas d'espèce rencontrés. Ventilation du type de « Cologne » et bains du type « Wurtemberg » examinés en tenant compte du projet de la norme DIN 18017. Plans présentant des exemples de ces constructions. Possibilités d'application économique aux immeubles existants et aux immeubles partiellement ruinés par la guerre. E. 14955. CDU 728 : 643.3 : 697.9.

Did ÉCLAIRAGE, INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Did j Orientation, insolation, éclairage naturel.

158-47. Comment calculer la répartition lumineuse (How to compute illumination distribution); *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (3 mai 1951), vol. 146, n° 18, p. 42-44, 9 fig. — Le calcul des éclaircissements est simplifié par l'emploi d'un graphique donnant l'éclaircissement aux différentes heures de la journée pour les différentes parties des États-Unis et du Canada. Exemples d'utilisation. E. 15965. CDU 696.92 : 518.3.

159-47. Un nouveau calculateur de l'angle solaire simplifie le travail de l'ingénieur (New sun angle calculator simplifies solar engineering). *DUNIPACE* (D. W.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 23, n° 4, p. 121-123, 4 fig. — Méthodes utilisées pour évaluer la chaleur solaire qui traverse les vitres : tables ou procédés trigonométriques. Le « sun angle calculator » est un appareil qui évite les calculs fastidieux ; il donne par simple lecture les quatre angles solaires pour toute orientation de fenêtre. Une notice accompagnant l'appareil permet de prévoir l'éclaircissement des pièces d'un bâtiment d'après la position des fenêtres. E. 15642. CDU 696.9 : 720.959 : 620.108.

160-47. L'insolation des bâtiments dans les diverses saisons et aux différentes heures du jour (Die Besonnung von Gebäuden in den verschiedenen Jahreszeiten und Tagesstunden). *GUGLER* (H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (19 mai 1951), n° 20, p. 276-281, 4 fig. — Exposition des données représentant de façon simple les conditions complexes de l'insolation. Difficulté de représenter sur un même graphique les variations continues de l'insolation. Établissement de diagrammes pour certains jours. Caractéristiques dans l'année. Vue d'ensemble donnée par ces graphiques. Dépendance de l'insolation et de l'orientation des bâtiments. Procédé de calcul permettant de déterminer le total des heures d'insolation pendant une certaine période. E. 15970. CDU 696.92 : 518.3.

161-47. Détermination du rayonnement solaire (Bestimmung der Sonnenbestrahlung). *WUHRMANN* (E.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (19 mai 1951), n° 20, p. 280-283, 5 fig. — Détermination au moyen de diagrammes établis pour différentes localités. Établissement de ces graphiques. Leur emploi : quelques exemples. Insolation d'une façade de bâtiment à Zurich. Insolation d'un point particulier d'une façade, d'un point situé à l'intérieur du bâtiment. Détermination de la durée d'insolation, d'un point situé à découvert, mais entouré de montagnes à l'Est et au Sud. E. 15970. CDU 696.92 : 518.3.

162-47. Encore un diagramme solaire (Jos jedan suncevi dijagram). *TRBUHOVIC* (L.); *Gradevinastvo*, Yougosl. (jan. 1951), n° 1, p. 33-36, 4 fig. — Exposé dans son application spéciale à la Yougoslavie, de la méthode pour déterminer l'ensoleillement des bâtiments, publiée par J. RANNELLS dans « *Progressive Architecture* » de septembre 1950. E. 15949. CDU 696.9 : 720.959 : 518.3.

163-47. L'éclairage des bâtiments. II. (Lighting of buildings. II). *ALLEN* (W. A.), *HOPKINSON* (R. G.); *J. R. I. B. A.*, G.-B. (mai 1951), vol. 58, n° 7, p. 272-278, 13 fig. — Étude de l'éclairage naturel des appartements, écoles, etc. Disposition des fenêtres. Éclairage naturel des usines et manufactures, éclairage par sheds. Éclairage artificiel des usines. Éclairage des galeries d'art. Différentes solutions. Exemples. Discussion. E. 15969. CDU 696.92 : 728.

164-47. Technique simple de l'éclairage naturel (A simple daylighting survey technique). *McKINLEY* (R. W.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 46, n° 4, p. 172-174, 5 fig. 8 réf. bibl. — L'étude doit porter sur trois cas de luminosité : ciel couvert, ciel clair sans soleil sur les fenêtres, ciel clair et fenêtres ensoleillées. Exposé des phases du contrôle : les lectures, les chiffres relevés ; lectures relatives à la brillance, à l'éclaircissement. Conclusion. Résultats d'essais dans une salle de classe au West Coast College. E. 15756. CDU 696.93 : 727.1.

165-47. L'éclairage naturel des salles de classe. Éclairage multilatéral (Daylight in classrooms. Multilateral lighting).

BIESELE JR. (R. L.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 46, n° 4, p. 212-220, 13 fig., 4 réf. bibl. — Dispositifs bilatéraux et multilatéraux. Recherche préliminaire. Programme d'essai. Vérification des plans. Disposition des sièges. Méthodes et résultats d'essais. Données sur la clarté. Conclusions et recommandations. E. 15756. CDU 696.93 : 727.1.

Did I Éclairage artificiel.

166-47. L'éclairage par fluorescence. *CADIERGUES* (R.). Éd. : Dunod, Paris (1951), 1 vol. xiv + 322 p., 352 fig. Voir analyse détaillée B-448 au chap. III « Bibliographie ». E. 16065. CDU 696.930.44(02).

167-47. L'uniformité dans l'éclairage des routes (Uniformity of illumination in highway lighting). *SIMMONS* (A. E.), *FINCH* (D. M.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 46, n° 4, p. 199-211, 18 fig., 11 réf. bibl. — L'éclaircissement normalisé. Connaissance des divers facteurs qui agissent sur l'éclaircissement. Méthode pour étudier rapidement les installations d'éclairage ; exposé de leur utilisation. Éclaircissement minimum ; méthode de l'éclaircissement moyen. Discussion. E. 15756. CDU 696.93 : 628.971.6.

Diff PROTECTION CONTRE LES DÉSORDRES ET LES ACCIDENTS

Diff j Acoustique, insonorisation, trépidations.

168-47. Recherches effectuées sur les habitations expérimentales au sujet de la transmission des sons transmis par l'air et par choc à travers les parois et planchers (Research carried out in the experimental dwellings on the transmission of air-borne and impact sound via walls and floors). *VAN DEN ELJK* (J.), *KASTELEYN* (M. L.); *Nation. Health Res. Counc. T. N. O.*; *Techn. Phys. Depart. T. N. O. and T. H.* (1950), rapports n° 1 et 27, 2^e suppl., 4 p. de texte, 210 p. de fig., 3 pl. h. t. — Les essais ont porté sur 160 planchers différents et ils ont permis d'établir des graphiques résumant les résultats obtenus suivant les différents types de planchers et les divers procédés d'isolation utilisés, tant au point de vue des sons transmis par l'air, qu'au point de vue des sons dus aux chocs. E. 15838. CDU 534.84 : 699.844 : 690.25.

169-47. Étude acoustique simplifiée des locaux. *NON* (R.); *Rev. Génie milit.*, Fr. (mars-avr. 1951), t. 84, p. 131-168, 18 fig., 8 réf. bibl. — Recherches d'une méthode simple pour l'établissement des projets. Définition de quelques unités. Propagation des ondes sonores dans les locaux ; étude acoustique, étude énergétique (amortissement, absorption, transmission, réverbération) ; mesure directe des caractéristiques acoustiques d'une salle. Notes pour l'établissement des projets en général. Étude des salles de cinéma, des salles de conférences, des salles de concert, des studios, de la sonorisation en plein air. E. 16180. CDU 534.84.725.8.

170-47. Étude sur le bruit dans les habitations britanniques (A survey of noise in British homes). *CHAPMAN* (D.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1948), T. P., n° 2, IV + 34 p., 26 fig., 1 pl. h. t. — Étude du bruit prenant naissance à l'intérieur dans le voisinage et provenant de l'extérieur de l'habitation. Précautions à prendre pour l'isolation sonore contre les bruits des différentes sources. Les résultats de cette enquête ont été établis d'après des expériences effectuées dans une quarantaine de grandes villes britanniques comprenant Londres et sa banlieue. E. 15983. CDU 534.83.

171-47. L'acoustique du Royal Festival Hall. I (Royal Festival Hall acoustics). *BAGENAL* (H.); *Architect.*, G.-B. (18 mai 1951), vol. 199, n° 4300, p. 579-583, 11 fig. — Matériaux utilisés pour la construction et l'aménagement du grand auditorium. Principes généraux d'acoustique. Organisation de la salle. Disposition des principales zones absorbantes et réfléchissantes. Résultats acoustiques obtenus. E. 15972. CDU 725.81 : 699.844.

172-47. Isolation acoustique des maisons expérimentales T. N. O. à Rotterdam (Een en ander over de geluidisolatiemetingen in de proefwoningen T. N. O. te Rotterdam). *VAN DEN ELJK* (J.); *Ingenieur*, Pays-Bas (11 mai 1951), n° 19, p. B. 57-B. 60, 1 fig. — Les maisons expérimentales de Rotterdam ont permis d'effectuer des mesures extrêmement intéressantes d'iso-

lation acoustique de murs et de planchers de types divers. Les résultats des mesures ont conduit à l'établissement d'une formule donnant l'isolement moyen en fonction de la masse par mètre carré. Les mesures individuelles s'écartent plus ou moins de la courbe moyenne et l'on envisage de poursuivre les travaux pour étudier la cause de ces différences. E. 15868.
CDU 699.844 : 620.1 : 534.84.

173-47. **Précautions contre le bruit dans les cages d'escaliers** (Bestrijding van lawaai in trappenhuisen). VAN DEN ELUK (J.) (fév. 1951); *Afdeling Gezondheidstechn. T. N. O.*, n° 14, *Techn. Phys. Dienst T. N. O. en T. H.*, n° 28, 11 p., 2 fig., 12 fig. h. t. (résumé anglais). — Les études relatives au bruit dans les escaliers ont été effectuées à Rotterdam sur six modèles de cage d'escaliers. Différents produits absorbant les sons. Résultats obtenus avec ces différents produits. Bruits dus à la fermeture et à l'ouverture des portes. Moyens de les diminuer. E. 15839.
CDU 690.24 : 699.844.

174-47. **Flexion dynamique et oscillations des ponts. II.** DELPUECH, *Ann. Ponts Chauss.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 225-247, 4 fig. — Étude des grandes poutres. Le problème est abordé dans l'hypothèse simplifiée de Bresse (surcharge uniforme totale) et on établit l'effet centrifuge et l'effet oscillatoire. Résultats généralisés dans l'hypothèse de Renaudot (surcharge n'occupant encore qu'une fraction de la longueur du pont). Formule proposée de coefficient dynamique. E. 16128.
CDU 534.15 : 624.2/8.

Dif **Protection contre l'incendie.**

175-47. **La protection du bois contre l'incendie.** BOUF (G.); *Bâtir*, Fr. (mars 1951), n° 11, p. 21-23, 5 fig. — Comportement du bois au feu en fonction du volume des pièces et de l'arrivée d'air. Protection par des matériaux et revêtement : plâtre, peinture. Protection par ignifugation. Traitement des bois. Conclusion. E. 16028.
CDU 699.81 : 614.84 : 691.11.

176-47. **Recherches sur les incendies de bâtiments. III. Rayonnement des bâtiments incendiés** (Investigations on building fires. III. Radiation from building fire). BEVAN (R. C.), WEBSTER (C. T.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1950), T. P. n° 5, IV + 24 p., 19 fig., 3 réf. bibl. — Calcul de l'intensité de rayonnement et du coefficient de configuration des bâtiments; relation avec les températures atteintes. Effet du temps d'exposition. Effets du rayonnement constatés dans divers incendies effectifs. Importance des baies de fenêtres. Importance de la disposition des divers bâtiments exposés. Définition de facteurs tenant compte de la configuration des bâtiments. Verres à l'épreuve du feu. E. 15984.
CDU 699.81 : 614.84.

177-47. **Recherches sur les incendies de bâtiments. IV. Résistance au feu des portes en bois** (Investigations on building fires. IV. Fire resistance of timber doors). WEBSTER (C. J.), ASHTON (L. A.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1951), T. P. n° 6, IV + 20 p., 7 fig., 3 pl. + 1 fig. h. t., 2 réf. bibl. — On peut augmenter la résistance au feu des portes en bois par l'emploi de panneaux de plâtre, de revêtements en amiante ou en plaques d'acier, de couches de bourre d'amiante. Résultats comparatifs de résistance au feu de portes construites en différentes sortes de bois spécialement traités. Réduction des possibilités d'inflammation par l'emploi de bois traités au phosphate d'ammonium. E. 15982.
CDU 699.81 : 614.84.

178-47. **Protection du bois contre l'incendie dans la construction des combles à usage d'habitation** (Schutz des Holzes gegen Feuer beim Ausbau von Dachböden zu Wohnräumen). BELANI (E.); *Österr. Bauztg.*, Autr. (1951), n° 21, p. 8-9. — Les lois autrichiennes relatives à la reconstruction d'immeubles atteints par les bombardements imposent d'utiliser dans toute la mesure du possible les combles pour l'habitation. La grande quantité de bois existant dans les combles, du fait de la construction elle-même et du fait de l'isolation thermique indispensable à l'habitation, nécessite des précautions spéciales contre l'incendie. Le produit « Acepyrit » d'imprégnation des bois empêche la propagation du feu. Il combat également les champignons destructeurs du bois. Il permet d'utiliser des cloisons thermo-isolantes en bois dont on donne les caractéristiques de construction et d'isolation. E. 16163.
CDU 690 : 248 : 699.81

Dif m **Protection contre les phénomènes naturels.**

179-47. **Aménagements et dispositifs électriques pour empêcher le gel des conduites d'eau** (Elektrisch betriebte Vorrichtungen und Einrichtungen zum Verhindern des Einfrierens von Wasserleitungen). MÖLL (H.); *Gesundheitsingenieur*,

All. (mai 1951), n° 10, p. 162-164. — Trois méthodes principales : réchauffage direct de l'eau par fils chauffants; ouverture automatique de vannes de vidange; réchauffage de l'eau par courant secondaire d'un transformateur. Historique de la question. Enveloppes chauffantes. Description de divers procédés brevetés de chacun des types précités. E. 16042.
CDU 628.15 : 696.11 : 699.8.

Dif n **Protection contre les désordres dus à l'homme.**

180-47. **Les abris dans la guerre moderne** (Protective shelters in modern warfare). VIESSMAN (W.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 23, n° 4, p. 111-116, 12 fig. — Description de nombreuses méthodes de purification de l'air des abris. Filtres éliminant les poussières, brouillards, bactéries et particules radio-actives. Aérosols et ultra-violet qui combattent les bactéries de l'air confiné. Élimination d'autres matières comme gaz, vapeurs. Comparaison des résultats des diverses méthodes. Choix de l'équipement. E. 15642.
CDU 699.872.099.85.

Dig **CIRCULATION ET STOCKAGE DES FLUIDES**

Dig **Nature du fluide.**

181-47. **Vitesses d'écoulement de l'eau employées dans l'étude des systèmes de plomberie** (Fixture unit ratings as used in plumbing system design). EATON (H. N.), FRENCH (J. L.); *Housing Res.* (H. H. F. A.), U. S. A. (mars 1951), n° 15, 18 p., 8 fig., 5 réf. bibl. — Le terme « fixture unit » est employé en plomberie pour désigner un écoulement de 1 pied cube par minute. D'autre part, la « fixture unit rating » d'un raccord donné, est le nombre de « fixture units » assigné à ce raccord particulier pour exprimer l'effet de charge de ce raccord sur le système. Application de la théorie des probabilités à la détermination des charges imposées aux systèmes de plomberie des bâtiments. E. 16011.
CDU 532.5 : 628.15 : 696.11.

Dig **Canalisations.**

182-47. **Un rude travail : la traversée de l'Hudson par un pipeline** (Tough job : Hudson pipeline crossing). DODDS (R. H.); *Engng News-Rec.*, U. S. A. (19 avr. 1951), vol. 146, n° 16, p. 32-35, 8 fig. — Creusement du fond par jet hydraulique. Le jet : charrieur hydraulique; réalisation de l'excavation. Lancement de la tuyauterie; halage. Renseignements sur la pose du pipeline. La mise en place des tubes. Difficultés rencontrées. Description de certaines avaries et de leurs remèdes. E. 15749.
CDU 621.6 : 662.75.

183-47. **Systèmes de tuyauteries pour liquide à haute température** (High temperature liquid process piping systems). MOORE (W. F.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 23, n° 5, p. 100-102, 4 fig. — Description d'une installation anglaise utilisant le tétrasilicate de cressyl comme milieu chauffant. Avantage de ce produit sur l'eau chaude et la vapeur d'eau. On l'utilise en distillerie pour le chauffage. Autres possibilités de la méthode. Le point d'ébullition du produit est de 435° à 440° C, son poids spécifique varie de 1,125 à 25° jusqu'à 0,908 à 300° C. Il est encore fluide à — 20°. E. 16131.
CDU 697.621.6.

184-47. **Code pour les tuyauteries destinées à être utilisées sous pression** (Code for pressure piping); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 23, n° 5, p. 92-95, 1 fig. La première édition du code établi par l'American Society of Mechanical Engineers date de 1935, elle a été remaniée en 1942, puis en 1951. Cette nouvelle édition a tenu compte des pressions et températures actuellement utilisées et elle prévoit l'emploi de nouveaux matériaux pour les tuyauteries. Elle concerne également les conduites pour air et pour gaz, les conduites pour huile, les tuyauteries de réfrigération, de chauffage, les appareils de contrôle, etc. E. 16131.
CDU 697 : 621.6 : 389.64.

185-47. **Le pipeline pour gaz naturel de Topock-Milpitas, en Californie** (The Topock-Milpitas gas pipeline, California). ENGINEER, G.-B. (25 mai 1951), vol. 171, n° 4452, p. 613-616, 10 fig., 7 fig. h. t. — Le débit actuel de cette conduite atteint 5 660 000 m³ par jour et sera bientôt étendu à 11 320 000. La pression est de 30 à 35 kg/cm². Elle est composée d'éléments d'une longueur de 9,15 à 9,66 m en tôle d'acier à forte teneur en manganèse, d'une épaisseur de 12,7 mm maximum. Sa longueur

totale est de 806 km et son diamètre maximum de 0,86 m. Description des travaux de terrassement, de fabrication et de mise en place. E. 16066. CDU 621.6 : 662.764.

Do MOYENS DE RÉALISATION

Doc MAIN-D'ŒUVRE. SALAIRES TEMPS ÉLÉMENTAIRES

186-47. Murs d'essai pour déterminer les temps de construction avec de nouveaux blocs (Test walls for assessing construction times with new building blocks). KINBURGH (W.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.), G.-B. (1950), T. P., n° 9, 8 p., 6 fig., 4 pl. h. t. — Introduction. Méthode d'étude. Construction des maisons. Comparaison des temps nécessaires à la construction. Construction des murs d'essais et conclusions à en tirer pour les bâtiments. E. 15657. CDU 690.22 : 690.022.

Dod MATÉRIEL ET OUTILLAGE

Dod j Matériel de chantier.

187-47. Machines et outillage pour la construction à la Foire de Printemps de Leipzig de 1951 (Baumaschinen und Baugeräte auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1951). SCHLEICHER (E.); *Planen-Bauen*, All. (5 mai 1951), n° 9, p. 210-212, 2 fig. — Description des matériels exposés par la firme « VVB Abus » de Halle : derricks, grues, machine pelleteuse sphérique, excavateur à chenilles; par la firme « Unruh und Liebig » de Leipzig : grue tournante sur voie ferrée. Appareillage d'empierrement monté sur rails de la « VVB-LBH ». Installation de transport de la V. E. B. Autres appareillages exposés par diverses firmes, tels que : appareils à secousses, appareils à damer, bétonnières, locomotives Diesel, camions poids lourds, machines pour la construction des routes, tracteurs, etc... E. 15928. CDU 621 : 629.1/4

188-47. L'air comprimé sur les chantiers de bâtiments et de travaux publics. QUIN (A.); *Tech. Appl.*, Fr. (1951), n° 19, p. 39-40, 2 fig. — Indications sur l'emploi et le fonctionnement des transporteurs pneumatiques de béton, de la machine à enduire et de l'appareil à injection de ciment. E. 15954. CDU 621.51 : 693.54 : 693.625.

189-47. Une plus grande puissance d'air comprimé dans une plus petite enveloppe (More air power in a smaller package). *West. Constr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 26, n° 5, p. 88-89, 4 fig. — Description des caractéristiques du compresseur d'air « Gyro-Flow 600 ». Essais de chantier sur des éléments d'épreuve. Absence de robinetterie et de pièces en mouvement alternatif. Récupération de l'huile entraînée par l'air. Économie maximum de combustible. Contrôle du débit par la vitesse de la machine. E. 16161. CDU 621.51.

190-47. La foration électrique dans l'exploitation des carrières. Vré (G.); *Rev. Mat. Constr.*, Ed. « C », Fr. (mai 1951), n° 428, p. 159-163, 3 fig. — Historique de la perforation électrique. Avantages de la perforatrice électrique. Description des perforatrices. Performance. Perforatrice à avance variable automatique. Types de fleurets et de taillants. E. 16026. CDU 624.19 : 621.313.

191-47. Les dragues soviétiques à benne dans les constructions polonaises (Radzieckie koparki w budownictwie polskim). ZOLKIEWSKI (H.); *Przegl. Budowl.*, Pol. (mars 1951), vol. 23, n° 3, p. 118-123, 8 fig. — L'article donne la description de la drague E-505 à benne de 0,5 m³ dans ses trois emplois : comme drague à benne (pelle mécanique); comme drague à trousse coupante et comme grue mobile sur chenilles. L'expérience a prouvé les qualités de cette drague. E. 15506. CDU 621.879.

192-47. Un nouveau type de broyeur (New type of grinding mill). FAHRENWALD (A. W.); *Rock Prod.*, U. S. A. (fév. 1951), vol. 54, n° 2, p. 93-97, 11 fig. — Broyeur à axe vertical utilisant la force centrifuge. Conditions de fonctionnement. Mesure de la puissance. Résultats d'essais. Broyeurs à gravité. Broyeurs giratoires. Complexité pratique des recherches. Données techniques et pratiques sur les broyeurs. E. 15710. CDU 622.73.

193-47. Equipement électrifié pour galerie de mines de sel gemme (Tunneling equipment is electrified for rock salt mining). RICHARDSON (H. W.); *Constr. Methods*, U. S. A. (mai 1951), vol. 33, n° 5, p. 60-63, 10 fig. — Description des installations de

la mine de Ford Rouge (Détroit). Galerie de 18 m de large. Trains à traction électrique « Euclid »; description des motrices et des wagons; des installations fixes : trolleyes; chargement des batteries. Opérations d'abattage du sel : caractéristiques des couches de sel. Aération des galeries. E. 16198. CDU 622.35 : 621.313.

194-47. « Basculeur » pour poser les murs préfabriqués (« Tilt-up » for placing precast walls). *West. Constr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 26, n° 5, p. 74-75, 7 fig. — Cet appareil réalise un progrès dans les méthodes d'érection des maisons préfabriquées. Caractéristiques de panneaux préfabriqués, leur fabrication, leur mise en œuvre. Machine de levage à bascule utilisant le vide : caractéristiques de l'appareil : son utilisation. E. 16161. CDU 690.22 : 621.876.

195-47. Le chariot de levage, appareil rationnel de chantier (Der Hubwagen, ein rationelles Baugerät für die Baustelle). DRESSEL (G.); *Bauwirtschaft*, All. (5 mai 1951), n° 18, p. 8, 2 fig. — Constitué par un cadre monté sur roues, le chariot de levage, introduit sous un châssis chargé de matériaux, permet de soulever la charge et de la transporter à travers le chantier. Caractéristiques de l'appareil. Son mode d'emploi. Ses avantages. Facilités de manutention. Comparaison de l'économie de différents types d'appareils de transport de matériaux de chantier. Le chariot de levage est économique. E. 15925. CDU 621.876 : 690.03.

196-47. La technique moderne du transport. Economies réalisées par la rationalisation des moyens de transport (Moderne Fördertechnik. Ersparnisse durch Rationalisierung des Transportwesens). *Ziegelindustrie*, All. (2 mai 1951), n° 10, p. 289-291, 5 fig. — Les enseignements de la guerre aux U. S. A., sur l'importance des frais de manutention. Les véhicules électriques. Élévateurs à fourches pour la manutention et le chargement des tuyaux de béton, leurs avantages sur les ponts roulants. Rapidité du travail. Élévateurs à pelle pour la manutention du phosphate. Élévateurs à fourche utilisés comme échafaudages de montage. E. 15966. CDU 629.1/4 : 621.876 : 690.022.

197-47. Note sur la distribution des contraintes dans les poutres de grues (A note on stress distribution in crane girders). LASH (S. D.); *Engng. J.*, Canada (avr. 1951), vol. 34, n° 4, p. 310-312, 6 fig. — Relation d'essais effectués sur une poutre en alliage d'aluminium constituée par une poutrelle en double té dont une aile est soudée à l'intérieur d'une poutrelle en U. Caractéristiques diverses du métal. Dispositif de chargement en vue des essais. Répartition des extensomètres dans les sections. Résultats-types reportés sur des graphiques. Différence dans les répartitions des contraintes dans la pièce en I et dans la pièce en U. Les sections planes ne restent pas planes, mais les résultats concordent d'assez près avec le calcul dans le cas de la flexion simple. Interprétation des résultats. E. 15924. CDU 621.876 : 518.5.

Dod m Explosifs.

198-47. Le tir de mine à très courts retards. MAGNE (C.); *Tech. Mod. Constr.*, Fr. (avr. 1951), t. 6, n° 4, p. 165-167, 2 fig. — Considérations sur la nature et les caractéristiques des diverses ondes de choc provoquées par l'explosion d'une charge enterrée et possibilité de réduire les vibrations par la détonation successive de charges élémentaires à des intervalles pouvant s'échelonner entre 10 et 100 millisecondes. Utilisation d'amorces à court retard à l'étranger et essais effectués en France. Conclusions. E. 15876. CDU 624.13 : 622.2.

199-47. Emploi, dans la carrière d'agrégat de Tame. Buggs Island, d'explosifs à mise de feu à retards d'une milliseconde (Millisecond delays Tame Buggs Island quarry). *Constr. Methods*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 33, n° 4, p. 46-51, 17 fig. — Les explosifs ordinaires provoquent un fractionnement inégal de la roche qui oblige l'entrepreneur chargé de fournir les agrégats à entreprendre de coûteuses opérations de broyage. Les explosifs à mise de feu décalée d'une milliseconde permettent à la seconde vague d'explosifs d'agir sur une masse rocheuse déjà mise en tension par la première vague. Le décalage de quelques millièmes de seconde ne laisse pas à la roche le temps de revenir à son état initial de repos, elle est donc très fragile et se brise en petits fragments; avantages : économie d'explosifs, dont le rendement est amélioré, et économie de broyage ultérieur des débris. E. 15638. CDU 662.2 : 624.133.

200-47. Exécution de l'autoroute Washington-Annapolis par l'emploi d'explosifs dans des marécages (Ausführung eines grossen Moorsprengverfahrens beim Bau der Autostrasse Washington-Annapolis). GUTBERLET (Fr.); *Strassen-Tiefbau*,

All (avr. 1951), n° 4, p. 91-94, 10 fig. — Caractéristiques de deux marécages traversés par l'autoroute. Sujétions imposées à l'entrepreneur. Difficultés rencontrées dans l'emploi des explosifs en raison de la proximité d'habitations. Solutions adoptées. Charges explosives. Conduite des abatages par explosifs. Quantités d'explosifs utilisés. Matériels utilisés pour le déplacement des terres; leur mode d'utilisation. Tassement des terres rapportées. Vitesse d'avancement des travaux. E. 15885.
CDU 625.731 : 662.2.

Dof LES CHANTIERS DE LA SÉCURITÉ

Dof m Sécurité.

202-47. **Le comportement humain devant le risque professionnel.** CALONI; *Mém. Soc. Ingrs. Civ. Fr.*, Fr. (juil.-août 1950), n° 7 et 8, p. 295-304, 1 fig. — Réflexions sur le comportement de l'homme au travail : il ne croit pas au risque, ne croit pas à la valeur des moyens de protection, éprouve une grande difficulté à changer ses habitudes, manifeste une hâte extrême à reléguer dans le coin le plus obscur de son esprit tout ce qui lui rappelle le malheur, la souffrance, la mort. Conclusion sur la nécessité de connaître le risque et le faire connaître aux intéressés. E. 16181.
CDU 331.823.

202-47. **Résultats de mesures de résistances « péditelluriques » dans les locaux industriels.** VILLAIN (M.); *Electricité*, Fr. (mars 1951), n° 170, p. 83-85, 4 fig. — Définition de la résistance péditellurique comme résistance du solide compris entre la surface des semelles d'un sujet reposant sur le sol et la surface infinie de la terre absolue. Mode de mesure. Utilité

de la connaissance de cette résistance pour la sécurité du public. Résultats de 200 mesures de résistance. E. 15357.
CDU 725.4 : 620.1 : 537.

203-47. **L'emploi des boulins en fer dans les échafaudages traditionnels.** CHEYROUX (A.), HANOTEAU; *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 66-68, 4 fig. — Commentaires au sujet d'un projet d'affiche sur les scellements de boulins. Étude des diverses pièces pouvant être utilisées comme boulins et indication de leur poids et de leur moment résistant maximum. Précautions particulières aux boulins métalliques. E. 15956.
CDU 614.8 : 690.576.

204-47. **La sécurité dans les travaux de démolition. IV. Accidents particuliers aux constructions ou ouvrages sinistrés.** FROMENT. *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 79-81, 7 fig. — Examen d'accidents intervenus par foudroiement d'une pièce déformée, d'accidents au cours du dégagement d'une pièce prise dans un enchevêtrement de débris et d'accidents causés par la dislocation non apparente d'éléments d'une construction ou d'un ouvrage. E. 15956.
CDU 614.8 : 690.596.

205-47. **Applications de l'alpinisme.** *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 85-87, 8 fig. — Analyse d'une conférence d'information relative à l'application aux travaux sur les toits des principes de sécurité pratiqués par les alpinistes. E. 15956. CDU 614.8 : 690.241.

206-47. **Crochets de sécurité pour appareils de levage.** *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 88-90, 9 fig. — Description de quelques crochets de sécurité pour engins de levage : crochet pour blondins et crochet pour grues. E. 15956.
CDU 614.8 : 621.876

F. — LES OUVRAGES

Fa ÉLÉMENTS D'OUVRAGES

Fab ÉLÉMENTS UTILISÉS POUR LA CONSTRUCTION OU LA SÉCURITÉ DES OUVRAGES

207-47. **Le traditionnel échafaudage de bois peut être remplacé avantageusement par l'échafaudage tubulaire (à suivre).** *Métiers Bâtim.*, Fr. (15 mai 1951), n° 47, p. 5, 1 fig. — Avantages de l'échafaudage tubulaire. Description des différents types d'échafaudage offerts sur le marché. E. 16280.
CDU 690.576.

Fac ÉLÉMENTS PORTEURS

Fac j Verticaux.

208-47. **Fondations de pylônes électriques.** *Inst. Encouragement Rech. Sci. Industr. Agric* (« I. R. S. I. A. »), Belg. (fév. 1950), n° 2, 188 p., 160 fig. — Voir analyse détaillée B-457-au chap. III « Bibliographie ». E. 14996.
CDU 690.237.52 : 621.311(02).

209-47. **Les murs mitoyens entre maisons. Leur résistance au feu et leur isolation sonore** (Party walls between houses. Their fire resistance and sound insulation). BEVAN (R. C.), ALLEN (W. A.); *Nation. Build. Stud.* (B. R. S.) (1949), rapp. spéc. n° 5, VI + 53 p., 45 fig., 14 pl. h. t. — Conditions que doivent remplir les murs mitoyens au point de vue construction, disposition, isolation sonore et résistance à l'incendie. Murs à une seule et à deux épaisseurs, murs à épaisseurs multiples. Matériaux à employer pour la construction de ces murs. Exemples choisis pour montrer les effets de l'incendie sur des murs mitoyens. E. 15992.
CDU 690.224 : 699.8.

210-47. **Mur entièrement creux ou mur creux à liaisons ?** (Hohlwand oder Verbundhohlwand?). MITTAG (M.); *Ziegelindustrie*, All. (1^{er} mars 1951), n° 5, p. 140-144, 7 fig., 15 réf. bibl. — La comparaison, du point de vue technique et économique, des deux types conduit aux conclusions suivantes : il faut adopter le mur creux à liaisons, il est plus favorable thermiquement (meilleure isolation), statiquement (tout le mur est porteur et il n'y a pas de limites pour le nombre d'étages), il est enfin meilleur

marché. Règles absolues à suivre dans l'édification des murs de ce genre qui sont d'ailleurs de plus en plus en faveur. E. 14921.
CDU 690.22.699.86.

Fac l Horizontaux.

211-47. **Sur les problèmes de la stabilité d'une plaque orthotrope.** NOWACKI (W.); *Archiv. Mech. Stosowanej*, Pol. (1950), t. 2, n° 3, p. 169-182, 10 fig, texte en français (résumé polonais). — Étude de quelques cas de flambage d'une plaque orthotrope sollicitée par des charges concentrées. Plaque infiniment longue appuyée aux arêtes. Plaque reposant librement sur son périmètre. Plaque encadrée sur deux côtés parallèles à la direction de la charge. Plaque infiniment longue sollicitée par deux forces agissant à une certaine distance. E. 15323.
CDU 518.5 : 691-413.

212-47. **Hourdis champignon de grande portée sans chapiteaux.** MAGNEL (G.); *Sci. Tech.*, Belg. (1951), n° 3-4, p. 47-50, 7 fig. — Après des considérations sur l'incertitude du calcul des planchers champignons avec ou sans chapiteaux, description d'un hourdis de 14 000 m² construit à Anvers et constitué par une dalle en champignon sans chapiteaux dont la portée est de 15,50 m dans un sens et 11,50 m dans l'autre. E. 15961.
CDU 690.25 : 693.55.

213-47. **L'avenir est au plancher monolithique** (Der Massivdecke gehört die Zukunft). RUCKER (A.); *Bauwirtschaft*, All. (23 mai 1951), n° 20-21, p. 11-12, 2 fig. — *Planchers monolithiques dans la construction d'habitation* (Die Massivdecken im Wohnungsbau). ROTHFUCHS (G.), p. 12-14, 5 réf. bibl. — Déficit actuel des bois de construction. Nécessité de remplacer le bois dans les planchers par un mode de construction qui l'exclut. Le plancher monolithique protège contre l'incendie; il se prête à l'isolation thermique et sonore. La question des dépenses de construction. Points de vue statistiques. Résistance au feu et durée des planchers monolithiques. Isolation sonore et thermique. Coût des planchers. Comparaison à l'avantage des planchers monolithiques. E. 16035.
CDU 690.25 : 699.8.

214-47. **La pose des revêtements à l'oxychlorure de magnésium pour planchers** (The laying of magnesium oxychloride flooring). HUTSON (J. M.); *Constr. Rev.*, Austral. (mars 1951), vol. 23, n° 11, p. 31-33, 3 fig. — Le plancher peut être en béton, en bois ou métallique. Le revêtement à l'oxychlorure de magnésium consiste en une ou deux couches d'un mélange

de magnésie calcinée avec charges minérale ou organique et d'un pigment, en pâte de consistance convenable avec une solution de chlorure de magnésium. Matériaux utilisés, solution de chlorure de magnésium, préparation du mélange, pose, finition. Précautions à prendre. E. 16187. CDU 690.25 : 666.85.

215-47. **Les emplois modernes de la terre cuite. II. Les planchers.** BRILLAUD (J.); *Bâtir*, Fr. (mars 1951), n° 11, p. 9-14, 10 fig. — Avantages de la terre cuite dans les planchers. Planchers à hourdis de remplissage et planchers à coffrage partiel. Planchers préfabriqués en terre cuite. Plancher précontraint. Comparaison des divers types. E. 16028. CDU 690.25 : 691.833.

Fac m

Inclinés.

216-47. **Toiture en voûte mince de béton** (Concrete shell roofing). B. R. S. (Depart. Sci. Industr. Res), G.-B. (fév. 1951), n° A 31, 24 p., 50 fig. h. t., 49 réf. bibl. — Cette note est destinée à servir d'introduction générale au problème de la construction des voûtes minces en béton armé. Historique de la question. Différentes méthodes utilisées. Stabilité de ces sortes de toitures. Fluage. Armature. Bétonnage. Isolation et dilatation thermiques. Imperméabilisation. Assèchement. Précontrainte. Préfabrication. Éclairage diurne. Acoustique. Description de quelques constructions réalisées. Possibilités futures. E. 15773. CDU 690.244 : 693.55.

217-47. **Le dôme de la Découverte** (The Dome of Discovery). ROBERTS (G.); *Civ. Engng.*, G.-B. (mai 1951), vol. 46, n° 539, p. 335-337, 4 fig. — Il s'agit d'une construction circulaire recouverte d'une coupole en aluminium supportée par une charpente métallique disposée en dents de scie. Cette charpente est elle-même recouverte d'aluminium et présente la forme d'un tronc de cône à 27° d'inclinaison. À l'intérieur, une galerie circulaire en béton est supportée par des nervures en béton. Détails de construction. E. 15987. CDU 690.236 : 691.77.

Fad

ÉLÉMENTS NON PORTEURS

Fad l

Menuiseries.

218-47. **Une fenêtre nouvelle.** *Menuisier Fr.*, Fr. (juin 1951), n° 42, p. 9-11, 6 fig. — Fenêtre de conception nouvelle, basculant horizontalement sur deux axes, munie d'un double vitrage et entre ceux-ci d'une jalousie métallique. Croquis montrant la constitution des panneaux, le mode de nettoyage, le fonctionnement de la jalousie. Qualités de cette fenêtre : isolations thermique et acoustique, étanchéité à l'air et à la pluie. Prix de revient. Références. E. 16153. CDU 690.28 : 694.6.

Fe

**OUVRAGES LIÉS DIRECTEMENT
À LA VIE DE L'HOMME**

Feb

HABITATIONS

219-47. **Nouvelle orientation de la construction soviétique** (Neue Wege im sowjetischen Bauwesen). PLOJHAR (E.); *Aufbau*, Autr. (avr. 1951), n° 4, p. 153-160, 10 fig. — Vue d'ensemble sur l'économie soviétique et sur son influence sur la construction, en particulier la construction des habitations. Principes qui président à l'étude des projets d'habitations. Utilisation des balcons et des « bow-windows ». Combinaison de l'aspect monumental et du confort. Tendance à établir des habitations normalisées. Cadence des constructions à Moscou depuis 1945. Construction des villes nouvelles. Hauteur des immeubles. Influence de l'amélioration des transports par fer sur la construction. Présentation de quelques modèles de bâtiments et plans d'habitations-types. Comparaison de cinq méthodes de construction. E. 15881. CDU 728 : 690.022.

Feb j

Conditions générales et dépendances.

220-47. **Douze suggestions d'architectes pour les constructeurs** (Twelve architect suggestions for the merchant builder). *Archit. Forum*, U. S. A. (jan. 1951), vol. 94, n° 1, p. 112-126, 64 fig. — Étude de problèmes commerciaux qui se posent aux entrepreneurs et des solutions proposées par les architectes. Suppression des mansardes par vitrages dans les pignons. Éclairage naturel des pièces d'habitation placées en position centrale d'une maison en rez-de-chaussée par l'aménagement d'ouvertures dans la toiture. Éclairage naturel et ventilation des salles de bains

placées au centre d'une habitation en rez-de-chaussée. Salle à manger escamotable réduite à un bar. Salle commune à la fois cuisine et salle de séjour. Cuisine escamotable. Jardin intérieur. Petites pièces d'eau. Foyers de construction économique et foyers surélevés. E. 16347 (*). CDU 643.4 : 720.

Feb l

Habitations individuelles.

221-47. **Une nouvelle architecture pour la Floride tropicale** (A new architecture for tropical Florida). *Archit. Forum*, U. S. A. (fév. 1951), vol. 94, n° 2, p. 131-139, 24 fig. — Le climat de la Floride impose aux architectes de prévoir une protection contre le soleil, les pluies violentes, le vent, l'humidité, les termites, les moustiques. Présentation de quatre nouvelles solutions à ces problèmes : maison Textbook à South Miami, maison en trois parties à Miami, maison à trois niveaux à Miami Beach, Porch House à Miami Beach. E. 16348 (*). CDU 728.3 : 690.37.

222-47. **Maisons d'une seule coulée** (Häuser aus einem Guss). LEHMANN; *Esterr. Bauztg.*, Autr. (1951), n° 23, p. 7-8, 5 fig. — Construction monolithique et aménagements intérieurs. Échafaudages et coffrages, manutention du béton. Échafaudages tubulaires, coffrages pour les plafonds, étayements. Les matériaux : débris de briques remplacés par le laitier de hauts fourneaux. Utilisation de l'outillage. Avantages et économie de la construction monolithique. E. 16271. CDU 728.3 : 693.057.1.

Feb m

Habitations collectives.

223-47. **Le Groupe Faidherbe. Immeubles à appartements à Amiens (Somme).** BERNIS (R.); *Tech. Trav.*, Fr. (jan.-fév. 1951), n° 1-2, p. 11-16, 8 fig. — La première tranche de construction du groupe Faidherbe, en cours de réalisation comprend l'exécution de 144 logements de deux, trois, quatre, cinq et six pièces principales, deux garages et des locaux commerciaux. Construction : fondation sur pieux Franki, ossature béton, remplissage pierre tendre de l'Aisne, charpente béton, couverture ardoise, menuiseries extérieures métalliques. E. 14740 (*). CDU 728.2 : 725.3.

Feb n

Les agglomérations.

224-47. **L'Office public d'Habitations du Département de la Seine. Ses réalisations en cours, ses projets en attente (suite).** *Constr. Mod.*, Fr. (mai 1951), n° 5, p. 171-177, 11 fig. — Indication sur divers travaux en cours ou projetés de l'Office Public d'Habitation du Département de la Seine. Cité-jardin de Châtenay-Malabry (5^e tranche). Cité-jardin Henri-Sellier à Suresnes. Groupe de Vitry-sur-Seine. E. 16027. CDU 711.417.

Fec AUTRES OUVRAGES DESTINÉS À L'INDIVIDU

Fec j

Santé et activité sociale.

225-47. **Centre départemental de phthisiologie « Xavier Arnozan ».** LABORIE (M.); *Techn. Hospital.*, Fr. (mars 1951), n° 66, p. 19-23, 3 fig. — Centre, d'une capacité de 514 lits, hospitalisant adultes et enfants, situé à 10 km au sud de Bordeaux, doté de tous les moyens de traitement, de recherche et d'enseignement modernes. Les sections d'hospitalisation des adultes, hommes et femmes, celle des enfants et la section de chirurgie, sont situées dans quatre bâtiments distincts. Chaque bâtiment d'hospitalisation a un service de consultation pour les malades relevant d'actes thérapeutiques et des contrôles de radio. Le bloc chirurgical est prévu pour réaliser un millier d'interventions annuelles. E. 15356 (*). CDU 725.51.

226-47. **Bureaux de médecins** (Medical office buildings). *Archit. Forum*, U. S. A. (déc. 1950), vol. 108, n° 6, p. 118-145, 53 fig. — Tout bâtiment à usage médical doit comprendre quatre parties principales : salles d'attente; salles de consultation comprenant des salles d'examen et des salles de traitement; bureaux des médecins; circulations appropriées. Proposition de plans types de services de médecine générale, d'obstétrique et gynécologie, de pédiatrie, d'oto-rhino-laryngologie, de chirurgie, de radiologie, de psychiatrie, de dermatologie, d'urologie, d'ophtalmologie. Étude du bâtiment de médecine de l'hôpital de Hartford (Connecticut); bureaux pour deux médecins à MacHenry (Illinois). E. 14546 (*). CDU 725.51.

(*) Analyses faites par le C. S. T. B.

227-47. Hôpitaux de tuberculeux (Tuberculosis hospitals). *Archit. Rec.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 109, n° 4, p. 135-160, nombr. fig. — La tendance à construire des hôpitaux spécialisés dans le traitement de la tuberculose s'affirme aux États-Unis. Les facteurs principaux dont l'architecte doit tenir compte lors de l'étude d'un établissement pour tuberculeux sont au nombre de trois : traitement de longue durée; caractères des soins; contagion de la maladie. Il en résulte la nécessité d'inclure dans l'hôpital divers locaux à usage extra-médical; salles de réunion, bibliothèque, salons de beauté, etc... dont l'existence contribue à maintenir un bon moral chez les malades. Orientation spéciale des bâtiments de cure; isolement des vestiaires des visiteurs et du personnel hospitalier. Installation de salles d'opération, de radioscopie et de radiographie. Nécessité d'une stérilisation complète de la vaisselle et du linge. Présentation de divers hôpitaux de tuberculeux récemment construits aux États-Unis. E. 16352 (*). CDU 725.51.

Fec l Cultes et monuments.

228-47. Église Sainte-Colombe à Saint-Paul (Minnesota) et église Saint-François-Xavier à Kansas City (Missouri) (Church of Saint Columba, Saint-Paul, Minn. and Church of Saint-François Xavier, Kansas City, Missouri). *Archit. Rec.*, U. S. A. (fév. 1951), vol. 109, n° 2, p. 87-95, 20 fig. — Ces deux églises sont construites sur des plans pratiquement identiques. L'architecte a voulu, en leur donnant une forme elliptique, matérialiser le poisson, symbole du christianisme à l'époque des persécutions romaines. Construction : ossature métallique, remplissage pierres, toiture-terrasse, plafond plat suspendu à l'ossature du toit. E. 16350 (*). CDU 726.5.

Fec m Savoir.

229-47. Montage préfabriqué du groupe scolaire de la cité Paul-Langevin à Saint-Denis. OHENWALD (P.), MARTIN (G.); *Equip. Tech.*, Fr. (mars 1951), n° 40, p. 17, 19, 21, 7 fig. — Exposé d'un procédé de construction utilisant des éléments préfabriqués en aluminium de la S. C. A. N. (Société de Construction Aéronautique et Navale). Éléments verticaux sur chaque façade soutenant une charpente métallique. Éléments de triangulation. Couverture en aluminium isolée par laine de verre. E. 15847. CDU 727.1 : 693.057.1.

230-47. Constructions scolaires. *Archit. Auf.*, Fr. (mars 1951), 94 p., nombr. fig. — Exposé sommaire des problèmes que posent les constructions scolaires, illustré des réalisations qui ont récemment été effectuées dans les principaux pays suivants : France, Suisse, Pays-Bas, Grande-Bretagne, Suède, U. S. A., Brésil, Panama, Mexique, Venezuela. De nombreux plans, des reproductions photographiques, des schémas et des croquis font de ce numéro un ensemble assez complet permettant de suivre l'évolution qui se manifeste dans la conception et dans l'exécution des établissements d'enseignement. E. 16037. CDU 727.1 : 727.3.

231-47. Vers une nouvelle architecture scolaire? ARROU (P.); *Constr. Mod.*, Fr. (mai 1951), n° 5, p. 187-188, 6 fig. — Application de l'industrialisation du bâtiment à la construction de l'école de la Cité Paul-Langevin à Saint-Denis (Seine), avec utilisation des éléments préfabriqués en aluminium de la S. C. A. N. — E. 16027. CDU 727.112 : 693.057.1.

232-47. École secondaire moderne de Nunnery Farm (Nunnery Farm secondary modern school). *Architect*, G.-B. (12 jan. 1951), vol. 199, n° 4282, p. 33-35, 5 fig. — Projet d'école d'une capacité de 600 élèves, garçons et filles, dont la construction a commencé dans le courant du premier trimestre 1951. L'école comprend un bâtiment central flanqué de deux ailes inégales, d'un étage sur rez-de-chaussée, le bâtiment central et l'aile nord-est abritent les salles de classe, l'aile sud-ouest les services administratifs, les cuisines et une salle de réunion. E. 14286 (*). CDU 727.112.

233-47. École maternelle, Swinton Fitzwilliam (Swinton Fitzwilliam infants' school). *Architect*, G.-B. (2 fév. 1951), vol. 199, n° 4285, p. 137-140, 9 fig. — École en rez-de-chaussée d'une capacité de 240 enfants, comprenant six classes alignées, une salle de réunion, une cuisine et les services, à laquelle on adjoindra par la suite une école primaire. Construction : murs porteurs en briques; couverture; salles de classe : toiture à une pente en béton; salle de réunions : toiture à double pente reposant sur fermes d'acier, étanchéité feuilles de cuivre; cuisine et adminis-

tration : toiture-terrasse en béton recouverte de feutre. Menuiseries extérieures métalliques, intérieures bois. E. 14558 (*). CDU 727.112 : 690.241.

234-47. L'étude et la construction du Royal Festival Hall, sur la rive Sud de la Tamise (The design and construction of the Royal Festival Hall, South Bank). MEASOR (E. O.), NEW (D. H.); *J. Instn. Civ. Engrs.*, G.-B. (mai 1951), vol. 36, n° 7, p. 241-318, 33 fig., 26 fig. h. t., 4 pl. h. t. — Détails sur le site et le sous-sol. Fondations constituées par des piliers indépendants en béton et atteignant un niveau inférieur à celui du plan d'eau. Méthode d'assèchement. Pieux métalliques sur deux des côtés. Le bâtiment est en grande partie en béton armé. Calcul et construction du balcon. Description et calcul des escaliers hélicoïdaux. Murs et toiture à double paroi en béton armé pour l'isolation sonore. Poutres métalliques pour la toiture. Installation de bétonnage. Méthodes de construction. Bétonnage par temps froid. E. 16046. CDU 727.6 : 693.55.

235-47. L'art de la construction à l'Exposition de la Rive Sud de la Tamise. I (Structural engineering at the South Bank exhibition I.). *Engineer*, G.-B. (4 mai 1951), vol. 191, n° 4971, p. 584-587, 8 fig., 4 fig. h. t. — Parmi les constructions décrites dans cet article, il convient de signaler celles du Dôme de la Découverte de 111,32 m de diamètre, avec toiture en aluminium; de la passerelle en béton précontraint; de la toiture d'un restaurant également en béton précontraint; et celle du Royal Festival Hall, déjà décrit dans de nombreux articles précédents. E. 15803. CDU 727.6 : 690.236 : 691.77.

236-47. L'art de la construction à l'Exposition du South Bank. II (Structural engineering at the South Bank Exhibition. II); *Engineer*, G.-B. (11 mai 1951), vol. 191, n° 4972, p. 618-621, 10 fig. — Le « Skylon », nouvelle sorte de tour ou de flèche, paraît de nuit suspendu dans les airs : détails de construction : étais et haubans. Construction en acier soudé. La pavillon « force et production » construit en tubes soudés. Économie de la construction. Le bâtiment des transports; description de son mode de construction. La porte de Waterloo. Méthodes modernes de construction en bois, constitution des arcs paraboliques. Utilisation du béton armé dans le bâtiment « Mer et Navires ». E. 15912. CDU 727.6 : 690.237.52 : 693.97.

237-47. L'art de l'ingénieur au Festival de Grande-Bretagne. V (Engineering in the Festival of Britain. V.). *Engineering*, G.-B. (18 mai 1951), vol. 171, n° 4451, p. 589-592, 13 fig. — Ce cinquième article traite du « Skylon » établi sur la rive Sud de la Tamise pour le Festival de Grande-Bretagne. C'est un pylône en forme de cigare constitué par une charpente en acier, recouverte d'aluminium. Il a une longueur de 76,25 m et un diamètre maximum de 3,96 m au milieu. Sa partie inférieure est à 12,20 m au-dessus du sol. Il pèse 36 t et est supporté par trois câbles en acier amarrés sur trois supports inclinés. Il est haubanné en son milieu. E. 15989. CDU 727.6 : 690.237.52 : 693.97.

238-47. Frank Lloyd Wright, architecte à l'esprit souple et son dernier ouvrage (Frank Lloyd Wright, a versatile architect and his latest work). *Concr. Quarterly* (C. A. C. A.), G.-B. (mars 1951), n° 10, p. 7-11, 6 fig. — La vie de Frank Lloyd Wright, son œuvre. Description du bâtiment de 14 étages pour laboratoire de recherches de la Compagnie Johnson Wax; disposition originale du bâtiment en plan; quelques renseignements numériques sur sa constitution. Construction des échafaudages. E. 16242. CDU 727.5 : 690.576.

239-47. Construction d'une grande pile atomique à l'entreprise (Building a large atomic pile by contract). *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (19 avr. 1941), vol. 146, n° 16, p. 37-40, 5 fig. — Problèmes complexes posés par cette construction. Principaux éléments de la construction. Manutention des blocs de graphite et de l'uranium, des lourdes plaques protectrices et du grand système de réfrigération. Charges supportées par les fondations. Questions de sécurité dans le travail. L'organisation bien entendue de la sécurité a permis d'économiser des dépenses considérables d'assurance. E. 15749. CDU 727.5 : 539.1.

240-47. Les nouveaux laboratoires de la « Portland Cement Association » (Nuevos laboratorios de la Portland Cement Association). *Cemento Portland*, Argent. (déc. 1950), n° 23, p. 12-16, 10 fig. — Ces laboratoires sont situés à 26 km N.-O. de Chicago. Le bâtiment principal comporte environ 30 laboratoires spécialisés. Le sous-sol est utilisé pour la préparation des agrégats et des mélanges. Au rez-de-chaussée se trouvent les laboratoires de chimie et de physique des ciments, mortiers et de mécanique des sols, les machines d'essais de compression, trac-

(*) Analyses faites par le C. S. T. B.

(*) Analyses faites par le C. S. T. B.

tion et flexion et parmi elles une presse de 34 t et une de 150 t, une machine pour essais de compression de 454 t; les laboratoires d'électronique, etc. Au premier étage, les laboratoires de chimie générale, de physico-chimie, de rayons X, les bibliothèques et diverses salles à destination technique ou administrative. E. 14954. CDU 725.5 : 691.32 : 620.1.

Fec n

Loisirs.

241-47. **Construction d'un vélodrome sans ciment à Chemnitz** (Der Bau einer Radrennbahn in Chemnitz ohne Zement). SCHAARSCHUH (W.); *Planen-Bauen*, All. (mai 1951), n° 9, p. 202-204, 10 fig. — Dimensions de la piste; inclinaison des virages; vitesses réalisables. Matériaux: béton de gravats, absence de ciment, remplacé par un liant de scories CH 5. Composition du béton; volume spécifique et résistance du béton. Exécution des travaux. Outillage mécanique utilisé; constitution des coffrages; mise en œuvre du béton. E. 15928. CDU 725.8 : 693.54.

242-47. **Cinéma-théâtre Métropolitain. Ancône** (Cinema teatro metropolitano. Ancona). Centro Stud. Abitazione, Ital. (mars 1950), vol. 1, n° 8, 10 p., 12 fig. — Description sommaire, plans et photos d'un cinéma-théâtre pour 1 051 places au parterre et 753 places au balcon. E. 14338. CDU 725.821 : 725.823.4.

243-47. **La Salle des fêtes royale. Acoustique et matériaux. II.** (The Royal festival hall. Acoustics and materials. II.). Architect., G.-B. (25 mai 1951), vol. 199, n° 4301, p. 607-611, 11 fig., 1 pl. h. t., 1 fig. h. t. — Construction du plafond et des alvéoles spécialement étudiées pour donner à la salle les qualités acoustiques optima. Pour le plafond et les alvéoles, il a été fait largement usage de plâtre fibreux. Détails de construction. Trous du plafond pour absorption du son. E. 16135. CDU 725.81 : 534.84.

244-47. **Salle des fêtes royale** (Royal festival hall). Architect., G.-B. (8 juin 1951), vol. 199, n° 4303, p. 674-683, 18 fig. — Description de la construction; nécessités acoustiques, situation. Fondations, ossature, ossature des ailes. L'auditorium, sa toiture. Balcon principal. Petite salle future. Exécution de la construction. Installations électriques: éclairage, force, ascenseurs; amplification sonore; téléphones intérieurs automatiques, extérieurs. Service de radiodiffusion et de télévision. Signalisation. Canalisations pour l'éclairage. Chauffage par panneaux chauffants. Chauffage. E. 16240. CDU 725.81 : 534.84 : 696.6 : 697.124.

Fed

OUVRAGES D'UTILITÉ PUBLIQUE

Fed la

Alimentation en eau.

245-47. **Le ravitaillement en eau de la ville de Berne** (Das bernische Grundwasserwerk im Aaretal); Hoch Tiefbau, Suisse (19 mai 1951), n° 20, p. 158-166, 20 fig. (en français et en allemand). — Travaux d'amélioration de la distribution d'eau à Berne par la construction d'une station de pompage dans la vallée de l'Aar et d'une station de filtrage. Conduite de 17,5 km en tuyaux de béton centrifuge. Siphon en tube d'acier sous l'Aar, suivi d'une galerie souterraine. Difficultés rencontrées pour la construction de la galerie, du siphon et les fondations des usines. E. 15918. CDU 628.1.

246-47. **Eaux fluviales souterraines** (Flussgrundwasser). SCHMIDT (H.); *Gesundheitsingenieur*, All. (mai 1951), n° 10, p. 166-168, 5 fig. — Considérations sur les précipitations et les infiltrations. Mouvements des eaux souterraines. Dépendance d'un fleuve et de la couche d'eau souterraine qu'il traverse. Puits au voisinage des fleuves. Température des eaux souterraines. Passage des eaux du fleuve au puits. Pente d'infiltration de l'eau fluviale dans le sol. E. 16042. CDU 628.112 : 627.1.

Fed m

Hygiène publique.

247-47. **Détermination du courant nécessaire. Méthode pour trouver la quantité des eaux d'orage que l'on peut détourner d'un réseau d'égout en vue de sa distribution, le surplus étant envoyé au canal de décharge** (Required regulated flow. A method for computing the necessary amount of storm weather flow in a combined sewer system to be diverted for disposal, when discharging the surplus into a stream). AAKERLINDH (G.); *Acta Polytech.*, Suède (1950), n° 58, 43 p., 15 fig., 22 réf. bibl. (*Civ. Engng. Build. Constr. Ser.*, vol. 1, n° 11). — Méthode de calcul de la fraction des eaux d'orage pouvant être détournée des égouts pour sa distribution. Courbes permettant de déterminer par le calcul des probabilités, la pol-

lution du canal de décharge et par suite de fixer l'importance du courant en fonction de la pollution admissible. Présentation d'une méthode simplifiée. Discussion des résultats. E. 15889. CDU 628.111 : 628.3.

248-47. **L'évacuation et le traitement des eaux usées à la campagne**. ABDON (A.); *Tech. Sanit. Munic.*, Fr. (avr. 1951), n° 4, p. 106-110. — Étude des modes d'évacuation des eaux pluviales, des matières excrémentielles humaines par dissémination, par fosses d'aisances, fosses à trop-plein liquide, fosses hydrauliques, fosses septiques, fosses antiseptiques, tinettes. Nouvelle technique des vidanges. Eaux ménagères. E. 16255. CDU 628.3 : 728.6.

249-47. **Processus de la décantation dans les bassins d'épuration** (Ueber die Absetzvorgänge in Klärbecken). KNOP (E.); *Gesundheitsingenieur*, All. (mai 1951), n° 9, p. 144-149, 16 fig. — Divers types de matières en suspension. Vitesse de décantation de chaque type. Résultats d'essais. Critérium correspondant au dépôt produit en 2 heures dans des cylindres en verres de dimensions données. Description du processus de la décantation observée dans ces cylindres. Comparaison entre l'efficacité des bassins et des cylindres d'essais. Résultats chiffrés d'essais rassemblés dans les tableaux. E. 15878. CDU 628.33 : 620.1.

250-47. **Réalisation du premier élément de la station d'Achères**. LEJARD (G.); *Monde souterr.*, Fr. (fév.-avr. 1951), n° 63-64, p. 476-485, 33 fig. — Description des travaux du premier élément de la station d'épuration biologique d'Achères. Description de la station (décantation primaire, traitement biologique dans des canaux d'aération, décantation secondaire avec boues activées). Détails de construction des organes et des bâtiments. E. 16182. CDU 628.3.

251-47. **Exemple d'une installation d'égout à la portée d'un village** (Found : A sewage works the village can afford). ELLIS (G. H.); *Engng. News Rec.*, U. S. A. (10 mai 1951), vol. 146, n° 19, p. 35-37, 6 fig. — Le débit des égouts était estimé à 37 850 l par jour avec des pointes de 300 %. La station d'épuration consiste en une construction en béton armé de 3,80 x 3,80 x 4,57 m, comprenant la chambre de digestion, les bassins de décantation et les chambres d'aération. Description, détails de construction. Fonctionnement. Contrôle et entretien. E. 16044. CDU 628.348.

252-47. **Petites installations d'épuration aux États-Unis d'Amérique du Nord** (Kleinkläranlagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika). SCHMITZ-LENDERS (F.); *Gesundheitsingenieur*, All. (mai 1951), n° 9, p. 149-152, 8 fig. — Renseignements statistiques sur les petites installations d'épuration aux États-Unis. Directives qui ont présidé à leur aménagement. Les canalisations: matériel; diamètres; pentes; tubulures de nettoyage; raccords; absence d'eaux de pluie. Fosses de décantation. Influence des mélanges d'eaux résiduelles avec les boues de lavage du charbon sur l'épuration. Résultats d'un certain nombre d'essais. E. 15878. CDU 628.3.

Fi OUVRAGES INTÉRESSANT L'ACTIVITÉ DE L'HOMME**Fib OUVRAGES INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX**

Fib j

Production.

253-47. **Exploitation en gradins des pierres calcaires**. (Stope mining of limestone). CORRE (H. A.); *Rock Prod.*, U. S. A. (jan. 1951), vol. 54, n° 1, p. 128-130, 9 fig. — Les phases de l'extraction aux Mines de Bell de la Warner Cny à Bellefonte (Penn.). — Mise en exploitation du sous-sol. Exploitation en gradins. Creusement des excavations. Percement des trous de mine à la foreuse. Havage. Matériel utilisé. E. 15709. CDU 622.35 : 691.215.11.

254-47. **La plus grande carrière de sable et de gravier** (Largest sand and gravel plant). LENHART (W. V.); *Rock Prod.*, U. S. A. (fév. 1951), vol. 54, n° 2, p. 86-92, 24 fig. — Description de l'installation Eliot, de la « Pacific Coast Aggregates, Inc. ». Carrière de 1 000 t de production par heure, possédant 43 transporteurs à courroie. Installation de lavage. Essorage du sable. Roue à sable. Laveurs rotatifs. Installations de pompage. E. 15710. CDU 622.35 : 691.22.

Fib l

Stockage et vente.

255-47. **Silos en bois**. Charp. Bois, Fr. (avr. 1951), n° 3, p. 7-9, 7 fig. — Coup d'œil sur des silos centenaires. Perfectionnements qu'a permis l'utilisation rationnelle du bois et en parti-

culier l'emploi du contreplaqué. Silo de la ferme de Rawnsley (U. S. A.) constitué par des panneaux (double épaisseur à la base) de contreplaqué assemblés à rainures et languettes et collés et cloués sur des montants espacés de 60 cm et fixés sur des cintres. Réalisation française de silos en poutres caissonnées et collées, ses avantages. E. 16029. CDU 725.36 : 694.1.

256-47. **Construction d'un silo à grains en Irak** (The construction of a grain silo in Iraq). PITT (G. A.); *Reinf. Concr. Rev.*, G.-B. (oct. 1950), vol. 2, n° 4, p. 213-246, 14 fig., 2 réf. bibl. — Rapport présenté à l'Association pour le béton armé, à Londres, en 1950. Silo construit à Shalchiyah, sur le Tigre. Caractéristiques d'ensemble, sa construction : coffrages amovibles, vitesse de travail, le béton, appareillage auxiliaire, aplomb des murs, échafaudages suspendus, bétonnage. Annexes relatives au bétonnage, aux installations mécaniques. Remerciements, discussion. E. 16239. CDU 725.36 : 693.55.

257-47. **Hangar de grande portée pour l'aéroport trans-océanique de Barajas (Espagne)**. PARIS (J. M.); *Ossature Métall.*, Belg. (mai 1951), n° 5, p. 219-221, 7 fig. — Caractéristiques du hangar ayant en plan une forme en U; des piliers en béton armé disposés dans ces trois côtés servent d'appuis à la charpente métallique. La poutre longitudinale principale forme une poutre continue à deux travées de 90,54 m; sa hauteur est de 9 m, elle est du type à treillis en K; elle s'appuie sur trois colonnes métalliques de 12,50 m de hauteur. La couverture en fibre-ciment est posée sur pannes métalliques, elle peut se dilater grâce à des appuis à rouleaux. Un second hangar du même type a une plus grande hauteur. La pression du vent est transmise à deux portiques en béton armé. Processus de montage. E. 15943. CDU 725.39 : 629.139.2.

Fib n **Retenue d'eau et production d'énergie.**

Fib na **Hydraulique.**

258-47. **L'énergie captée paiera les aménagements du fleuve Brazos, au Texas** (Power to pay for Brazos river development). MARKS (C. R.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 21, n° 5, p. 34-37, 6 fig. — Les travaux ont pour but de contrôler et de régulariser les crues, de constituer une réserve d'eau, et de produire de l'énergie. Ils comportent quatre barrages qui doivent fournir une puissance totale maximum de 195 000 kW. Description de l'installation d'une centrale fonctionnant sous une charge de 18,75 m d'eau. Stations de pompage. E. 16045. CDU 627.8 :

259-47. **Caractéristiques économiques des installations de force hydraulique** (Wirtschaftliche Kennlinien von Wasserkraft-Anlagen). WÖHR (F.); *Wasser Wirtschaft*, All. (mai 1951), n° 8, p. 215-218, 5 fig. — Formule donnant les frais de première installation d'une installation de force hydraulique, en fonction du débit nominal et du débit minimum assuré. Comparaison des dépenses pour installations situées sur le cours d'eau lui-même ou sur un canal de dérivation. Production électrique escomptée en fonction du débit moyen et de la hauteur moyenne de chute; formule représentative. Courbes déduites. E. 15883. CDU 627.8 : 657.47.

Fib naj **Barrages et digues.**

260-47. **L'auto-étanchéité dans les travaux hydrauliques** (Selbstdichtung im Wasserbau). KEIL (K.); *Wasser Wirtschaft*, All. (mai 1951), n° 8, p. 218-220. — Position du problème : réparation automatique des revêtements étanches endommagés. Processus du colmatage par l'eau des fissures dans le dispositif d'étanchéité. Les dangers de l'érosion, comment on les combat : revêtements étanches épais. La question de l'auto-étanchéité dans un sous-sol rocheux crevassé. Exemples pratiques. E. 15883. CDU 627.8 : 699.82 : 690.593.

261-47. **Installations hydro-électriques en Écosse du Nord. III : Projet du Fannich, 1^{re} partie** (North of Scotland hydro-electric schemes. III : The Fannich project, Part. I). *Engineer*, G.-B. (8 juin 1951), vol. 191, n° 4976, p. 746-749, 9 fig. — Évolution du bassin du Conon. Historique des installations hydro-électriques de la région. L'installation du lac Fannich : le tunnel, son coffrage, pièces amovibles du coffrage, matériel utilisé, revêtement intérieur du tunnel, exécution des travaux. Cheminée d'équilibrage : dimensions, détails de construction, utilisation de coffrages amovibles dont on donne la description. Utilisation de pompes à béton pour l'exécution de cheminées. E. 16238. CDU 627.8 : 693.54.

262-47. **Le barrage de Pine Flat : Une bataille avec une rivière** (Pine flat dam : a battle with a river). GREEN (R. J.); *Eccau. Engr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 45, n° 5, p. 13-19, 50-52, 19 fig. — Le barrage de Pine Flat, actuellement en cours de construction sur la Kings River, en Californie, aura, une fois terminé, une longueur de 137 m et une capacité de près de 1 360 millions de mètres cubes. Description des travaux d'excavation, de perçement, de fondation effectués par le Corps du Génie de l'Armée américaine. Difficultés rencontrées du fait des crues. Production des agrégats. E. 16133. CDU 627.8 : 691.32.

263-47. **Le barrage en voûtes. Calcul d'une enveloppe cylindrique circulaire par la méthode de relaxation** (Die Gewölbbestimmung. Berechnung einer Kreiszyllinderschale mittels Relaxationsmethode). RESCHER (O. J.); *Abhandlungen Dokumentationsz. Techn.*, Autr. (1951), n° 1, 43 p., 37 fig., 39 réf. bibl. — Construction de barrages : le barrage en voûte. Méthodes de calcul : théorie des enveloppes. Position du problème : but de l'ouvrage. Solution du problème à l'aide de la théorie des enveloppes. Équation différentielle du cercle travaillant en flexion : enveloppe cylindrique; équation différentielle de l'enveloppe cylindrique circulaire. La méthode de relaxation. Exemple numérique. Conduite du calcul. Calcul des contraintes. E. 16055. CDU 627.8 : 690.236 : 518.5.

264-47. **Une digue avec remplissage de terre, achevée en deux ans au lieu des quatre ans prévus** (Earthfill dam completed in 2 years of 4 year schedule). DROSKIN (M.); *West. Constr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 26, n° 5, p. 65-68, 10 fig. — Caractéristiques principales de la digue de Bonny (Colorado) construite par la Utah Construction Co. Quantité de terres à excaver. Montant du marché. Exécution des excavations. Remplissage en terre donnée. Matériels utilisés. Avancement des travaux. Les chemins de halage. Opérations de bétonnage. Coffrages métalliques. E. 16161. CDU 627.8 : 691.41.

265-47. **Étude de la stabilité des chambres d'équilibre à étranglement**. ESCANDE (L.); *Génie Civ.* (15 juin 1951), t. 128, n° 12, p. 227-229, 3 fig. — Étude des chambres d'équilibre à étranglement en se référant à la condition de Thoma. Conditions d'amortissement partiel des grandes oscillations. Oscillations entretenues d'amplitude restreinte. Étude des oscillations autour du niveau du régime permanent à débit réduit. Données pratiques et conclusions. E. 16307. CDU 627.8 : 532.5.

Fid **VOIES DE COMMUNICATION ET TRAVAUX A LA MER**

Fid j **Voies terrestres.**

Fid ja **Voies routières.**

266-47. **Recherches sur la Route, 1949** (Road research, 1949). *Depart. Sci. Industr. Res.*, G.-B. (1951), iv + 108 p., nombre fig., 8 pl. h. t., 21 réf. bibl. — Recherches sur les matériaux utilisés pour la construction des routes, sur les méthodes de construction, sur le béton pour route, les matériaux bitumineux, sur les procédés d'enlèvement de la neige et de la glace, sur la sécurité des routes et du trafic, sur les passages « zébrés », etc. Publications parues en 1949, sur la Route. E. 16010. CDU 625.7/8.

267-47. **La recherche des défaillances des fondations des routes** (The investigation of road foundation failures). LEWIS (W. A.); *Depart. Sci. Industr. Res., Rd Res. Lab.*, G.-B. (1950), n° 21, vi + 23 p., 15 fig., 8 pl. h. t., 10 réf. bibl. — Introduction. Structure d'une route. Causes des défauts des fondations. Examen des conditions de trafic et de revêtement; des conditions du sol sous-jacent. Discussion de défauts-types résultant d'une mauvaise conception de la route. Revêtements rigides et revêtements souples ou résultant du tassement du sol. Examen des résultats des recherches. E. 15656. CDU 625.731 : 624.131.4.

268-47. **Entretien des routes dans les zones urbaines** (Road maintenance in urban areas). SMITH (Ch. A.); *J. Instn. Munic. Engrs.*, G.-B. (5 juin 1951), vol. 77, n° 12, p. 979-995, 13 fig. — Considérations générales : types de revêtements; résistance au dérapage; considérations détaillées sur les divers modes de revêtements; choix du revêtement. Problèmes d'après-guerre : routes pavées ou macadamisées. Résolution des problèmes d'après-guerre. Composition et épaisseur du tapis de roulement, routes à grand trafic, à moyen trafic, revêtements de divers types. Épandage à la main et à la machine. Préparation de la forme pour macadam et pour pavage. Revêtement. Machines finisseuses. Détails des opérations. Dépenses d'installation. E. 16236. CDU 625.75 : 690.593.

269-47. **Revêtement au mortier rugueux, perfectionnement du surfacage des routes. Les revêtements noirs ne doivent plus devenir glissants** (Mörtelrauhüberzug, die verbesserte Oberflächenbehandlung. Schwarzdecken müssen nicht mehr glatt werden). KITTELBERGER (P.); *Strassen-Tiefbau*, All. (avr. 1951), n° 4, p. 94. — Causes provoquant le lissage des revêtements et la création de surfaces glissantes. Nouveau procédé créant une surface rugueuse par étendage de fin gravier après arrosage au liant, goudron ou bitume. Description du processus. Dimension des graviers. Obtention d'un mortier bitumineux. Comparaison avec les procédés antérieurs. Avantages de la nouvelle méthode : consommation équivalente de matériaux; frais d'établissement comparables; plus de reflux sous l'effet de la chaleur du liant qui devient glissant à la surface. E. 15885. CDU 625.75 : 625.746.

270-47. **Le traitement préalable de l'agrégat améliore les opérations de surfacage des routes** (Pre-treated aggregate improves street-surfacing operations). LEWIS (R. C.); *Amer. City*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 66, n° 4, p. 116-117, 2 fig. — L'entretien des rues de Cincinnati a entraîné, ces dernières années, un grand programme de réfection des revêtements. Renseignements numériques sur les surfaces à couvrir. Programme des essais au laboratoire. Choix du procédé. Conception du laboratoire d'essais. Méthodes suivies pour les essais. Exécution de ceux-ci. Leurs résultats encourageants. E. 15641. CDU 625.84 : 693.54 : 690.593.

271-47. **Revêtements minces en béton pour la remise en état des chaussées usées** (Thin concrete topping restores old pavement). HUGHES (H. W.); *J. A. C. I.*, U. S. A. (avr. 1951), vol. 22, n° 8, p. 653-659, 9 fig. — Les essais effectués en laboratoire et sur le chantier ont permis de conclure que l'emploi d'un rapport eau-ciment faible, de mélanges de granulométrie convenable auxquels on applique ensuite un compactage soigné, donne une adhérence suffisante entre le revêtement et l'ancienne surface. Cette méthode peut s'appliquer aux chaussées fortement détériorées. Durcissement au sable humide. E. 15962. CDU 625.84 : 693.54 : 690.593.

272-47. **Route bétonnée de Moron à Lujan** (Camino hormigonado de Morón a Luján). *Cemento Portland*, Argent. (déc. 1950), n° 23, p. 1-6, 13 fig. — Description de la construction et de l'état actuel de cette route, en service depuis 20 ans. Tracé, profil transversal, épaisseurs du béton, armatures, joint à articulation dans l'axe longitudinal de la route. La route est actuellement en excellent état, malgré le trafic croissant qu'elle supporte. E. 14954. CDU 625.84 : 693.54.

273-47. **Le goudronnage de surface actuel des routes** (Die Oberflächenentwertung von heute). TARRANT (A. G.); *Strassen-Tiefbau*, All. (avr. 1951), n° 4, p. 85-86, 1 fig. — Le goudron, matière première du revêtement des routes. Choix de la viscosité. Quantité de goudron à répandre au mètre carré. Nature et quantité des pierres. Importance du contrôle du trafic. Frais d'établissement du revêtement; leur dépendance du coût des matériaux et de l'organisation des chantiers. Éléments du prix de revient. Importance du contrôle. Inconvénients de la pluie pendant les travaux; addition de produits pour les éliminer. E. 15885. CDU 628.85 : 691.161 : 657.47.

274-47. **Nouvelles considérations relatives au goudronnage des voies publiques et conséquences pour l'avenir** (Neue Beobachtungen bei Oberflächenbehandlungen mit Teer und Folgerungen daraus für die Zukunft). STEINHILBER (E.); *Strassen-Tiefbau*, All. (mai 1951), n° 5, p. 116-118. — Résultats peu satisfaisants du goudronnage dans ces dernières années, principalement en Bavière. Critique des goudrons destinés au goudronnage. Caractéristiques des goudrons à utiliser, différentes sortes de goudrons. Prescriptions pour la mise en œuvre des liants. Quantités à mettre en œuvre. E. 16265. CDU 625.84 : 691.161.

275-47. **Spécification pour revêtements. I.** (Especificaciones para pavimentos I.). CHARRY LARA (G.); *An. Ing.*, Colombie (1949), vol. 57, n° 621-622, p. 11-70, 11 fig. — Construction et amélioration du sol sous-jacent, construction des terre-pleins, matériaux et méthodes de construction, compactage, contrôle, consolidation du sous-sol, réparations locales, cylindrages, bases stabilisées mécaniquement, préparation des mélanges, compactage par cylindre à trois roues, par rouleaux à jante pneumatique, par le trafic de la route. Couches sous-jacentes imperméabilisées et mécaniquement stabilisées. Enduit bitumineux, couches sous-jacentes en produits de broyage et en scories. E. 15554. CDU 625.85 : 691.161.

276-47. **Spécification pour revêtements. II.** (Especificaciones para pavimentos II.). CHARRY LARA (G.); *An. Ing.*, Colombie

(1949), vol. 57, n° 623-624, p. 75-112, 12 fig. — Établissement des revêtements asphaltiques. Traitements de surface bitumineux, de macadam et de « gradation dense ». Construction en un seul déversement, en déversement double, en déversement triple, en déversement quadruple, agrégats, matériel, matériaux, contrôle du laboratoire, entretien. Méthode du macadam de pénétration en trois applications. Méthode par mélangeage sur la route. E. 15555. CDU 625.85 : 691.161.

277-47. **Spécification pour les revêtements. III.** (Especificaciones para pavimentos III.). CHARRY LARA (G.); *An. Ing.*, Colombie (1950), vol. 57, n° 625, p. 12-85, 10 fig. — Spécifications pour revêtements asphaltiques par la méthode du mélange en usine. Matériaux utilisables. Production par journées et production continue. Exigences particulières de chaque procédé. Transport du mélange. Coffrages. Joints. Compactage. Épreuves sur la surface terminée. Préparation à chaud. Confection de revêtement sable-asphalte. Réparations par la méthode du macadam hydraulique et du sable-asphalte, par la méthode mixte. Revêtements en mortier asphaltique, revêtements de « gradations denses », de béton bitumineux dense, de béton de ciment (matériaux, dosage, mélangeage, joints longitudinaux et transversaux, compactage et finition, durcissement, résistance, etc.). E. 15556. CDU 625.85 : 691.161.

278-47. **Garage d'autobus** (Bus garage). *Reinf. Concr. Rev.*, G.-B. (oct. 1950), vol. 2, n° 4, p. 206-209, 3 fig. — Description des ouvrages constituant le garage de Peckham : fondations sur pieux. Dimensions du garage principal et description détaillée. Caractéristiques détaillées des ateliers de réparation, du bloc des bâtiments administratifs, du stockage souterrain de l'essence. E. 16239. CDU 725.382 : 388.

Fid ji

Voies ferrées.

279-47. **Deux nouvelles gares des chemins de fer britanniques** (Two new stations of British Railways). *J. R. I. B. A.*, G.-B. (avr. 1951), vol. 58, n° 6, p. 218-221, 15 fig. — *Gare de North Road à Plymouth.* — Gare à grand trafic détruite pendant la guerre et en cours de reconstruction, avec agrandissements. *Gare de Porthcawl.* Gare dont le trafic relativement faible s'accroît considérablement en été par l'afflux des touristes. Le plan d'aménagement de la ville comprend la construction d'une nouvelle gare avec sorties directes vers les sites touristiques. E. 15647 (*). CDU 725.31.

Fid jo **Téléferiques. Monte-pentes. Téléskis. Télésièges.**

280-47. **Les téléferiques. II. Les supports intermédiaires.** ROUHIER (F.); *Cah. Comit. Préf. Bâtim. Trav. Publ.*, Fr. (mars-avr. 1951), n° 2, p. 49-51, 5 fig. — Étude sous l'angle de la sécurité des supports nécessaires pour les parties concaves de la ligne. E. 15956. CDU 614.8 : 625.

Fid l

Ouvrages communs pour la navigation.

Fid la

Ports.

281-47. **Le développement du port d'Abidjan. Percement du cordon littoral.** CALFAS (P.); *Génie Civ.*, Fr. (1^{er} juin 1951), t. 128, n° 11, p. 201-205, 7 fig. — Description des travaux du port d'Abidjan situé sur une lagune. Percement du cordon littoral par un canal de 2 700 m de longueur et 370 m de largeur. Protection des rives en fascines lestées. Seuil ou fascines lestées au débouché sur la mer. Digue ou enrochements protégeant le débouché sur la mer. Projets de développement du port. E. 16219. CDU 627.3

282-47. **Le port de Hong Kong** (The port of Hong Kong). *Dock Harbour Author.*, G.-B. (juin 1951), vol. 32, n° 368, p. 53-56, 6 fig. — Le port de Victoria, son administration. Facilités présentées par le port. Docks et magasins. Réseau ferré intérieur. Construction et réparation des navires. Installation d'un nouveau phare et d'une signalisation pour temps de brume : l'île Waglan, la pointe de Tathong, balise de Gap Rock, feu de Kapsing, île de Green Island. E. 16232. CDU 627.3.

282 bis-47. **Études sur maquettes du port d'Apra (suite)** (Model studies of Apra harbour). KNAPP (R. T.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (mai 1951), vol. 32, n° 367, p. 9-14, 11 fig. — La source principale des difficultés rencontrées dans le port d'Apra réside dans l'action des vagues. Théorie de cette action. Étude sur maquette de l'effet des vagues. Étude du brise-lames exté-

(*) Analyse faite par le C. S. T. B.

rieur. Action des lames provenant de différentes directions. Courants. E. 15850. CDU 627.3 : 620.015.7.

283-47. **Études sur maquettes du port d'Apra (à suivre)** (Model studies of Apra harbour). KNAPP (R. T.); *Dock Harbour Author.*, U. S. A. (juin 1951), vol. 32, n° 368, p. 60-64, 11 fig. — Houles de Nord-Ouest et courants Est-Nord-Est. Houles du Sud-Ouest et courants Est-Nord-Est. Construction des brise-lames. Forme des têtes de brise-lames. Mesures de la hauteur de la houle : appareils de mesure. Influence des diverses entrées du port. Leur situation. E. 16232. CDU 627.3 : 620.015.7.

Fid le

Voies navigables.

284-47. **Écluses de navigation sur le Mississippi supérieur** (Navigation locks on the upper Mississippi). FLEMING (Ph. B.), ACKERMAN (J. O.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (mai 1951), vol. 32, n° 367, p. 21-28, 10 fig., 27 réf. bibl. — Différents systèmes hydrauliques utilisés pour le fonctionnement des écluses. Écluses de différents types. Construction des écluses : fondations, précautions contre les infiltrations. Étude des différentes parties mécaniques des écluses : portes, mécanismes, vannes à secteur. Batardeaux. Battage des pieux. Béton utilisé. E. 15850. CDU 626.41 : 624.157.

285-47. **Caractéristiques de remplissage de l'écluse d'Algiers. Voies d'eau intérieures, section du Golfe, Louisiane** (Filling characteristics, Algiers lock intracoastal waterway, Gulf section, Louisiana). *Corps Engrs., U. S. Army, Wat. Exper. Stat.*, Vicksburg, Miss., U. S. A. (avr. 1951), n° 2-309, 35 p., 16 fig., 12 tabl. h. t., 47 pl. g. t. — Les essais effectués sur une maquette de l'écluse d'Algiers ont démontré qu'il était possible d'utiliser des vannes à secteur pour remplir cette écluse sous une charge de 5,64 m d'eau. Au cours des essais, diverses modifications ont été apportées aux joints latéraux et à la forme des vannes. Exposé des essais effectués et des résultats obtenus. E. 16067. CDU 626.42 : 620.015.7.

286-47. **Remplissage et vidage des écluses** (Plnění a prázdňení plavebních komor). JERMAR (F.); *Ceské Vysoké Učení Tech. Prazé*, Tchécosl. (1950), 50 p., 40 fig., 13 réf. bibl. — Étude du mouvement de l'eau dans les canaux de circulation et débouché à l'intérieur de l'écluse; comparaison des réalisations récentes dans divers pays et de leur efficacité respective; nombreux perfectionnements proposés. Projet de l'auteur pour diverses vannes à fermeture automatique. Vanne MAN de grande dimension. E. 14647. CDU 626.42 : 532.5.

Fid li **Bateaux et ouvrages les intéressant directement.**

287-47. **Le calcul des murs de quai sur plusieurs appuis** (Berechnung mehrfach gestützter Spundwände). LACKNER (E.). Éd. : Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, All.; E. P. P. A. C., Londres, G.-B. (1950), 1 fasc., xi + 64 p., nombr. fig., 21 réf. bibl. Voir analyse détaillée B-461 au chap. III « Bibliographie ». E. 15490. CDU 627.3 : 518.5(02).

288-47. **Travaux de reconstruction des quais de Saïgon et de La Plata au port autonome du Havre.** *Tech. Mod. Constr.*, Fr. (avr. 1951), vol. 6, n° 4, p. 155-160, 13 fig. (Journées d'étude de la Précontrainte, Paris, 16, 17 et 18 octobre 1950). — Description générale des ouvrages des quais constituant un appontement lourd et autostable. Tablier en béton précontraint sur trois files longitudinales de piles de 1,50 m de diamètre espacées de 9,25 m. Palées transversales distantes de 8,33 m d'axe en axe. Descente du coulage des piles par le procédé BENOTO. Mise en place du tablier réalisé par sections préfabriquées de 25 m de longueur en béton précontraint. E. 15876. CDU 627.3 : 693.57

Fid p

Aérodromes. Bases d'hydravions.

289-47. **La construction des aéroports, ses aspects architecturaux** (Airport design : its architectural aspects). PROKOSCH (W.); *Archit. Rec.*, U. S. A. (jan. 1951), vol. 109, n° 1, p. 112-133, nombr. fig. — Importance du rôle de l'architecte lors de l'étude d'un projet d'aéroport. Le problème à résoudre en premier lieu est celui de la circulation du personnel à terre, des passagers, des véhicules et des marchandises. Le chargement des avions doit se faire à l'abri des intempéries et être rapide. Diverses solutions sont proposées : circulation à deux niveaux, plateformes de chargement des appareils qui viennent se ranger le long des bâtiments. L'étude est illustrée par la présentation de divers aéroports récemment construits ou modernisés : Aéroport International Logan de Boston, Massachusetts; Aérodrome

Stapleton de Denver, Colorado, Aéroport de Yuma County, Arizona. E. 16349 (*). CDU 629 : 725.39.

Fif

OUVRAGES D'ART

Fif j

Souterrains.

290-47. **Fonçage rapide de tubes pour le tunnel de Norfolk** (Sink tubes fast for Norfolk tunnel). PEREZ (H. T.); *Constr. Methods*, U. S. A. (mai 1951), vol. 33, n° 5, p. 48-53, 15 fig. — Fonçage de 640 m de tubes pour la création d'un tunnel entré Berkley (Norfolk) et Portsmouth. Assemblage des tubes. Travail de façonnage. Coffrages intérieurs : pour les voûtes, les cloisons, les panneaux. Coulage des fonds en voûte renversée, des reins des voûtes, des dalles des murs, de la voûte, des parties extérieures. Préparation du chantier. Fonçage des tubes. Coulage des joints. E. 16198. CDU 624.19.

Fif l

Ouvrages de consolidation.

291-47. **Poutres préfabriquées en béton pour un mur de soutènement de construction inhabitable** (Precast concrete beams form unusual retaining wall). DILLON (J. G.); *Civ. Engrg. Corps* (U. S. Navy), U. S. A. (mai 1951), vol. 5, Bull. n° 54, p. 132-133, 3 fig. — Ce mur, de hauteur variable, est destiné au stockage du charbon dans un dépôt. Il est composé de piliers métalliques verticaux convenablement espacés, entre lesquels on a inséré des poutres horizontales en béton sur une hauteur variable suivant les nécessités. Les poutres préfabriquées sont normalisées aux dimensions suivante : 3,05 x 0,305 x 0,127 m. E. 15974. CDU 624.152 : 690.237.22 : 693.55.

Fif m

Ponts.

292-47. **Considérations économiques sur l'entretien des ponts-routes** (Economics of the maintenance of highway bridges): a) **Ponts métalliques** (Steel bridges). DAVIES (D. J.); b) **Ponts en béton et ponts en maçonnerie** (Concrete and masonry bridges). O'MALLEY (R. E.); *J. Instn. Civ. Engrs.*, G.-B. (avr. 1951), vol. 36, n° 6, p. 150-233, 29 fig., 11 fig. h. t., 18 réf. bibl. — Résumé des informations réunies au cours de plusieurs années d'expériences et de recherches par les savants, les métallurgistes et les chimistes et relatives à l'action des agents atmosphériques et autres agents corrosifs sur les ouvrages métalliques. Protections diverses. Entretien des constructions. Méthodes d'entretien et de réparation des ponts en béton et en maçonnerie, ponts en brique et ponts en bois. Discussion. E. 15649. CDU 624.2/8 : 690.593.

293-47. **Entretien et étude d'un pont** (Highway bridge maintenance and design). SHILSTON (A. W.); *J. Instn. Munic. Engrs.*, G.-B. (3 avr. 1951), vol. 77, n° 10, p. 831-873, 17 fig. — Introduction. Entretien : inspections : entretien du béton, des briquetages et de la maçonnerie. Revêtements hydrofuges. Étude. Fondations, superstructure. Historique du pont de Magdalen à Oxford. Recherches. Facteurs du problème. Chantier et équipement. Injections, procédé utilisé, consommation de ciment. Remarques générales. Détails du marché. Conclusion et discussion. E. 15405. CDU 624.2/8 : 690.593.

Fif maj

Ponts-poutres.

294-47. **Le pont Kitchener à Lyon.** MOGARAY (A.); *Travaux*, Fr. (juin 1951), n° 200, p. 400-407, 15 fig. — Conception et description technique du pont Kitchener, constitué par une poutre à béquilles partiellement équilibrée. Exécution des travaux. Épreuves sous charges réglementaires et comportement en service. Travaux de parachèvement. E. 16062. CDU 624.27 : 693.55.

295-47. **Rétablissement du pont de Cairo (U. S. A.)** (Cairo bridge being rehabilitated). *Railway Age*, U. S. A. (5 fév. 1951), p. 44-47, 9 fig. (Photost. 291). — Remplacement, après 61 ans de service, de l'ancien pont de 158 m, par ripage, en maintenant un trafic minimum pendant les travaux. Installation sur bâti provisoire, à côté de l'ancien pont, du pont de remplacement. Équipement complet du nouveau pont avant sa mise en place. Déplacement par treuils de l'ancien pont sur un bâti semblable; ripage du nouveau pont en place. Démontage des voies et des accessoires de l'ancien pont, puis précipitation de celui-ci dans l'Ohio, la récupération étant ainsi plus facile. E. 16226. CDU 624.27 : 693.97.

(*) Analyse faite par le C. S. T. B.

296-47. L'ingéniosité et l'emploi d'un équipement très important concourent à la construction du pont de la Baie de Chesapeake d'une longueur de 6 920 m (Ingenuity and heavy equipment combine to build 4.3 mile Chesapeake Bay bridge); *Civ. Engng.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 21, n° 5, p. 48-51, 17 fig. — Le pont comporte 27 piles du type ordinaire construites en batardeau et reposant sur des pieux métalliques et 24 piles du type « Potomac », de chaque côté de la travée suspendue, construites sans batardeau et coulées dans des coffrages en acier. Méthodes de construction et de mise en place. Avantages des méthodes utilisées. E. 16045. CDU 624.2/8 : 624.15.

297-47. Poutres métalliques en caissons pour pont-route (Steel box girders support highway bridge). HADLEY (H. M.); *Engng News-Rec.*, U. S. A. (12 avr. 1951), vol. 146, n° 15, p. 34-35, 5 fig. — Le pont-route repose sur deux poutres longitudinales creuses de section rectangulaire, constituées par des tôles minces soudées, renforcées intérieurement aux angles. Avantages du système : simplicité, légèreté, rigidité, économie, simplicité de construction. E. 15640. CDU 624.27 : 690.237.22 : 693.97.

298-47. Pont sur le Tibre près de la gare de Poggio Mirteto (Ponte sul Tevere presso la stazione di Poggio Mirteto). *Docum. Archit. Industr. Edilizia*, Ital. (oct.-déc. 1950), n° 4, fasc. n° 3, n° 10, 8 p., 13 fig. — Le pont est construit sur une route provinciale reliant la Via Tiberina à la Via Aurelia. Il se trouve à la hauteur de Poggio Mirteto. L'ouvrage précédent, détruit pendant la guerre, était formé de trois travées métalliques d'environ 44 m de portée chacune. Lors de la conception du second pont, il fallut résoudre le problème d'utiliser les fondations déjà existantes, et par conséquent réaliser sur les appuis des charges non supérieures à celles de l'ouvrage détruit. On a choisi la structure isostatique à poutre Gerber, en réduisant les portées par la construction de deux murs-appuis à 10 m de distance des culées. Cette structure est particulièrement légère; elle comporte trois nervures longitudinales de 30 cm d'épaisseur. Caractéristiques. Données de calcul. Matériaux employés. Coût. E. 16012. CDU 624.27 : 693.55.

Fif mal **Ponts-arcs.**

299-47. La reconstruction du viaduc de la Méditerranée sur le Rhône entre Givors et Chasse. II. ESQUILLAN (N.); *Travaux*, Fr. (juin 1951), n° 200, p. 383-397, 26 fig. — Exécution des travaux, matériaux employés, phases et procédés d'exécution de la travée centrale, des travées latérales, des appuis et fondations; les épreuves de l'ouvrage. E. 16062. CDU 624.6 : 693.55.

Fif man **Petits ouvrages.**

300-47. Système simple de précontrainte pour une passerelle pour piétons (Simple prestressing system for pedestrian bridge). *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (10 mai 1951), vol. 146, n° 19, p. 40-41, 4 fig. — La passerelle d'une longueur de 33,55 m consiste en deux poutres à âme pleine de 0,254 × 1,73 m avec aile de 0,51 × 0,23 m, coulées sur place et comportant chacune 125 fils de 6,35 mm de diamètre. Les méthodes de construction des poutres et d'application de la contrainte sont simples et économiques. Description. E. 16044. CDU 624.27 : 693.57.

Fif me **Ponts à caractéristiques spéciales.**

301-47. L'art de l'ingénieur au Festival de Grande-Bretagne. IV. (Engineering in the Festival of Britain. IV); *Engineering*, G.-B. (11 mai 1951), vol. 171, n° 4450, p. 555-558

11 fig. — Ponts provisoires construits dans l'enceinte de l'Exposition de la rive Sud de la Tamise. Un pont Callender-Hamilton à trois travées de 18,30, 21,35 et 24,40 m de portée permet aux trains d'accéder directement à l'Exposition. D'autre part, un pont Bailey de 320 m franchit la Tamise. Description de ces ouvrages. E. 15988. CDU 727.6 : 624.87.

Fif mo **Construction des ponts.**

302-47. Travée de 102 m transportée par flottage à son nouvel emplacement (335-ft. span floated to a new site). *West. Constr.*, U. S. A. (mai 1951), vol. 26, n° 5, p. 69-71, 6 fig. — Le pont de Saint-Joaquin (Californie) a été installé pour remplacer des bacs qui ne suffisaient plus au trafic. Une travée de 102 m a été transportée sur 65 km pour être mise en place. Dépenses de construction. Sujétions concernant le transport. Démontage des dalles de platelage. Levage des 196 t de la travée. Remorquage de la travée. Ouvrages constituant les piles et les culées. Ancrage des poutres circulaires. E. 16161. CDU 624.21 : 621.876.

Fo **INCIDENCES EXTÉRIEURES**

Fod **MODIFICATIONS**

Fod j **Renforcements.**

303-47. Récupération et aménagement (renforcement) des ponts métalliques qui ont atteint la limite théorique de sécurité. CASSÉ (M.); *Bull. Ass. Interration. Congr. Chemins Fer*, Fr. (jan. 1949), vol. 26, n° 1, p. 1-58. — Exposé des résultats d'une enquête entreprise auprès des administrations de chemins de fer pour l'étude de la question de la récupération et du renforcement des ponts métalliques anciens. On traite : 1° De l'importance en tonnage des ponts qui exigent un aménagement; 2° Des moyens techniques de récupération ou de renforcement; 3° Des considérations qui conduisent à choisir entre le remplacement et le renforcement. Résumé des réponses des administrations à une série de questions posées, en les classant sous forme de tableaux. E. 15958. CDU 624.2/8 : 693.97 : 690.593.2.

Fod n **Désordres spontanés.**

Fod no **Effondrement.**

304-47. Ruptures de fragilité dans les ponts soudés (Brittle fractures in welded bridges). BIJLAARD (P. P.); *Engng. News-Rec.*, U. S. A. (26 avr. 1951), vol. 146, n° 17, p. 46-48, 4 fig. — Accident du pont Vierendeel de Hasselt. Défauts constatés. Conditions de la tenue des matériaux dans le domaine plastique. Cas où le métal ductile devient fragile. Lois des déformations plastiques. Influence de la température. Épaisseur des plaques soudées. E. 15927. CDU 624.27 : 621.791 : 690.592.

Fod nu **Infiltration.**

305-47. Les différentes conceptions de la condition de renard. COUARD (A.); *Génie Civ.*, Fr. (15 mai 1951), t. 128, n° 10, p. 193-195, 2 fig. — Commentaires sur les abaques de l'auteur et de M. MANDEL relatifs à la condition de renard. Examen du cas des barrages et du cas des enceintes fermées. E. 15957. CDU 627.8 : 690.592 : 699.82.

II. — TRADUCTIONS

D'ARTICLES TECHNIQUES EFFECTUÉES PAR L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

Des reproductions de ces traductions peuvent être fournies aux adhérents de l'Institut Technique, moyennant une participation aux frais de traduction fixées forfaitairement à 225 F la page dactylographiée du format normal.

294. **Stabilité des voûtes cylindriques minces à la torsion** (Stability of thin cylindrical shells in torsion). BATDORF (S. B.), STEIN (M.); *Proc. A. S. C. E.*, U. S. A. (oct. 1947), vol. 73, n° 8, p. 1302-1304, 1 fig., 8 réf. bibl. (Mémoire de R. G. STURM dans « *Proc. A. S. C. E.* » d'avr. 1947). — Discussion des formules qui ont été établies pour le calcul des cylindres soumis à la torsion et en particulier pour les cylindres très courts. Examen de la validité des formules proposées par le professeur STURM. E. 16217, 4 p.

295. **Expérience d'organisation des travaux de bétonnage d'une centrale hydraulique dans les conditions de l'hiver du Nord de l'Oural** (en russe). GRICHINE (A. V.); *Gidrotech. Stroll.*, U. R. S. S. (1950), p. 12-14. — Compte rendu

d'une campagne de bétonnage par température descendant à — 25° C. Réchauffage des agrégats à la vapeur. Réchauffage électrique périphérique des blocs de béton avec des électrodes en barres d'acier. Réchauffage du parement des blocs coulés par poêles mobiles et arrosage à l'eau chaude. Détails divers d'organisation. E. 16129, 5 p.

296. **Bétonnage d'un canal pendant l'hiver** (en russe). BODIANSKI (B. A.), KARIEV (M. I.); *Gidrotech. Stroll.*, U. R. S. S. (1950), n° 12, p. 15. — Mode d'exécution d'un revêtement de canal pendant l'hiver, au moyen de béton compacté par des vibreurs électriques plats sur lesquels on a monté des injecteurs de vapeur. E. 16130, 2 p.

III. — BIBLIOGRAPHIE

Chaque analyse bibliographique donnant le nom et l'adresse de l'éditeur et le prix de vente, les adhérents de l'Institut Technique sont priés de s'adresser directement aux éditeurs ou aux libraires pour se procurer les ouvrages qu'ils désirent acquérir; toutefois pour les ouvrages édités à l'étranger il est préférable de les commander par l'intermédiaire de librairies spécialisées dans l'importation. Tous renseignements complémentaires seront fournis sur demande par l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

B-448. **L'éclairage par fluorescence**. CADIERGUES (R.). Éd.: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris-VI^e (1951), 1 vol. (16 × 25 cm), xiv + 322 p., 352 fig. Prix: 1 980 F. — Cet ouvrage est divisé en deux parties relatives l'une à la technique de l'éclairage par fluorescence et l'autre à la théorie et aux calculs d'éclairage par fluorescence. Au préalable une introduction rappelle des notions de photométrie (rayonnement, grandeurs et unités photométriques, rôle de l'éclairement) et celles relatives aux sources de lumière (courants électriques pratiques, lampes à incandescence, lampes à décharge, lampes fluorescentes). Le chapitre I de la première partie fait un historique sommaire des tubes fluorescents, traite de leur structure et montre les réalisations dans plusieurs pays. Le chapitre II examine les circuits électriques de tubes fluorescents et le chapitre III les conditions de fonctionnement (conditions externes, difficultés essentielles, conditions pratiques d'installation). Au chapitre IV on étudie les luminaires pour tubes fluorescents, leurs principes de construction, leurs types. Le chapitre V envisage les problèmes économiques, la dépréciation des tubes, leur entretien, leur rendement, leur durée et les bilans d'éclairage. Au chapitre VI on traite des projets d'éclairage par fluorescence, du choix, du type d'installation, du calcul des installations. Le chapitre VII envisage les applications de l'éclairage par fluorescence dans l'industrie, les bureaux et écoles, les locaux commerciaux, l'éclairage résidentiel et public et autres applications diverses. Dans la deuxième partie, le chapitre VIII traite du fonctionnement, de la fabrication et du contrôle des lampes fluorescentes et le chapitre IX du calcul des installations. En annexes on trouve une note sur l'action physiologique des tubes fluorescents et sur la normalisation en éclairage. L'ouvrage se termine par une bibliographie et un lexique franco-anglais. E. 16065.

B-449. **Traité de charpente en bois**. CONTET (M.). Éd.: Garnier Frères, 6, rue des Saint-Pères, Paris-VII^e (1951), 1 vol. (13,5 × 18 cm), 344 p., 520 fig. Prix: 750 F. — Ce traité s'adresse surtout aux apprentis, contre-maitres et chefs de chantier de charpente en bois. Ils y trouveront toutes les notions élémentaires dont ils peuvent avoir besoin pour leur formation ou leur perfectionnement. Notions sur la structure, les défauts et la préparation des bois, sur les unités et caractéristiques physiques et mécaniques des bois. Outils du charpentier, assemblages en bois, leur tracé. Les dispositions des poteaux, des planchers, des éléments constitutifs; l'application de la résistance des matériaux à leur calcul. Pans de bois et lucarnes. Éléments constituant les

escaliers, types d'escaliers, leur tracé. Étude des combles et des fermes, application de la statique graphique à leur calcul, données de base. Ouvrages spéciaux, procédés divers, assemblages collés. E. 15960.

B-450. **Les méthodes par analogie en résistance des matériaux**. BALLET (M.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique). Éditions Revue d'Optique, 165, rue de Sèvres, 3 et 5, boulevard Pasteur, Paris-XV^e (1950), 1 vol. (22 × 27 cm), 42 p., 28 fig., 16 réf. bibl. — On étudie les ressources qu'apporte à la résistance des matériaux, l'application des méthodes par analogie. L'analogie de la membrane est basée sur l'équation d'équilibre d'une membrane uniformément tendue; elle permet de résoudre des problèmes dont l'équation est analogue tels que la détermination de la somme des tensions principales en photo-élasticité, la torsion des poutres prismatiques; méthodes de réalisation pratique et d'exploration d'une membrane. L'analogie du bassin électrique utilise les équations applicables à un corps soumis en différentes régions de sa surface à l'action des sources de potentiel ou de débit invariable. Cette analogie s'applique à l'hydrodynamique, à la torsion des poutres de révolution; moyens de mise en œuvre de cette analogie. On peut également trouver des analogies entre les systèmes mécaniques vibrants et les réseaux électriques et les appliquer à la recherche des fréquences propres de vibrations des lignes d'arbres; mode de mise en œuvre. Conclusion. E. 16183.

B-451. **Protection contre la corrosion des surfaces métalliques. Procédés non électrolytiques**. TYVAERT (P.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique), Éditions Revue d'Optique, 165, rue de Sèvres, 3 et 5, boulevard Pasteur, Paris-XV^e (1951), 1 vol. (21 × 27 cm), 86 p., 17 fig., 19 réf. bibl. — Cette étude de la protection des métaux contre la corrosion comporte quatre chapitres. Dans le premier on traite de la préparation de la surface métallique: procédés divers de dégraissage par dissolution, saponification, émulsification, par phénomènes tensio-actifs, par action mécanique, décapage physique, décapage chimique. Le chapitre II étudie l'émaillage, ses techniques et ses applications. Le chapitre III traite des revêtements métalliques soit par immersion, soit par pulvérisation de métal (galvanisation, étamage, plombage, aluminage), du placage, des cémentations, des procédés de métallisation par voie chimique. Le chapitre IV étudie les procédés chimiques qui transforment superficiellement par voie chimique la surface du métal à protéger. On décrit la protection du fer et de ses alliages par phosphata-

tion, par ciférisation, la protection de l'aluminium par oxydation chimique, par protalisation, la protection du magnésium par mordantage ou par recouvrement de sélénium, la protection du zinc par chromatisation ou phosphatation. Conclusions. E. 16186.

B-452. Traitement thermique des aciers de construction. SOURDILLON (A.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique). Editions Revue d'Optique, 165, rue de Sèvres, 3 et 5, boulevard, Paris-XV^e (1951), 1 vol. (22 × 27 cm), 245 p., 123 fig. — Exposé complet des améliorations possibles dues aux traitements thermiques des aciers. Techniques diverses exigeant actuellement des aciers de haute qualité, construction aéronautique, automobile, chemins de fer, industries mécaniques, construction civile, béton précontraint, industrie électrique, industries chimiques. Traitements thermiques; trempe, recuit, revenu, traitements superficiels, traitements mécaniques, écrouissage. Gamme de résistances pour les aciers de 30 à 300 kg, de 10 à 75 pour les alliages d'aluminium, 10 à 45 pour les alliages de magnésium. Ductilité, résilience, allongement. Résistance à la corrosion, corrosions fissurantes, corrosions sous tension. La perméabilité, le produit BH maximum des aimants. Remarques relatives à la constitution des alliages, mécanisme général des traitements thermiques. Action de la température sur la constitution des aciers, sur la structure des aciers, revenu des aciers, traitement des aciers de construction, qualité des aciers ordinaires et spéciaux de construction. Les traitements superficiels. Exécution des traitements thermiques, les défauts, le contrôle. Bibliographie. E. 16185.

B-453. Étude générale des adhésifs. Collage des métaux. MEYER (M.) (Inst. Sup. Matér. Constr. Mécanique). Editions Revue d'Optique, 165, rue de Sèvres, 3 et 5, boulevard Pasteur, Paris-XV^e (1951), 1 vol. (22 × 27 cm), 47 p., 12 fig., 7 réf. bibl. — Généralités sur le collage; comparaison entre divers modes d'assemblages. Description d'une opération de collage. Définition d'un collage idéal. Rappel des notions générales sur les matières plastiques. Étude de l'adhésivité et du durcissement. Action des variations de température sur un matériau composite. Principales causes des défauts des joints collés. Étude mécanique sommaire du collage. Normalisation des épreuves auxquelles sont soumis les adhésifs. Marques d'adhésifs pour métaux employés dans divers pays. Préparation des surfaces métalliques. Conclusions sur les applications du collage. E. 16184.

B-454. Petit formulaire de résistance des matériaux. Théorie. NACHTERGAL (A. et C.). Éd. : Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris-VI^e. Maison d'Édition A. de Boeck, 265, rue Royale, Bruxelles, Belg., 7^e éd. (1950), t. 1 (14 × 19 cm), 159 p., 282 fig., F : 450. — Ce formulaire à l'usage des élèves des écoles industrielles rappelle d'abord les notions élémentaires de la statique, de l'équilibre des forces et de la statique graphique. Il expose en résistance des matériaux, le calcul à la compression, à la traction et au cisaillement, le calcul des rivets, l'exécution des joints des constructions métalliques, les assemblages soudés. Il détaille ensuite le calcul des moments d'inertie avec des exemples et des tableaux pour les divers profilés ou assemblages de profilés. Il traite du flambage des colonnes en bois ou métalliques (formules de Tetmayer). Il traite de la flexion avec de nombreuses formules et exemples pour les poutres posées, les poutres encastrees, les poutres continues, puis donne des formules pour la torsion. E. 15922.

B-455. Petit formulaire de résistance des matériaux. Applications. NACHTERGAL (A. et C.). Éd. : Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris-VI^e. Maison d'Édition A. de Boeck, 265, rue Royale, Bruxelles, Belg., 3^e éd. (1950), t. 2 (14 × 19 cm), 82 p., 112 fig., F : 350. — Ce tome contient les applications des méthodes et formules du t. 1. — Ces applications au nombre de 244 correspondent à chacun des chapitres du t. 1. On donne soit la résolution complète, soit la réponse. E. 15923.

B-456. Constructions en bois. STEEL (G.), PAYE (R.). Éd. : Les Éditions « Erasme », s. a., 226, rue des Alliés, Bruxelles-Forest, Belg. (1950), t. 1 (20,5 × 27,5 cm), 159 p., nombr. fig. Prix : 87 F belges. — Cet ouvrage s'adresse surtout aux apprentis menuisiers. Il leur apprend à connaître leurs outils et à s'en servir. La compréhension du texte est facilitée par un grand nombre de planches. Description des outils auxiliaires, les outils de traçage et de vérification, de débit, de corroyage, de montage, de finition, les outils à creuser, à moulurer, à percer et divers autres outils fréquemment utilisés par le menuisier. Ils étudient d'une manière très détaillée comment doivent être exécutés les différents types d'assemblage sur de nombreux cas concrets : notamment châssis avec rainures, châssis avec battées et chanfreins arrêtés, assemblages d'onglet, assemblages à queues d'aronde, assemblages moulurés. E. 15959.

B-457. Fondations de pylônes électriques. Inst. Encouragement Rech. Sci. Industr. Agric. (« I. R. S. I. A. »), 53, rue de la Concorde, Bruxelles, Belg. (fév. 1950), n° 2 (18 × 24 cm), 188 p., 160 fig. — Travaux de la Commission d'étude. Fondations de pylônes de la Société Intercommunale belge d'électricité. Cette étude est divisée en quatorze parties : la première expose en introduction les motifs et l'origine de la recherche, la méthode expérimentale utilisée, les résultats obtenus. Classification des fondations de pylônes suivant qu'elles sont posées, fichées, séparées, en mauvais sol ou en sol dur. Dispositif expérimental constitué par des fosses à sable, des appareils de mise en charge et des appareils de mesure. Mode de calcul des fondations posées, diagramme de BÉLANGER et notions de stabilité et de sécurité, diagramme des moments. La cinquième partie est consacrée aux lois de l'équilibre interne des substances pulvérulentes, à la loi de COULOMB et à la représentation de MOHR, aux équilibres limites et l'application au calcul des murs de soutènement. La sixième partie relate les essais et les résultats obtenus sous charges centrées ou excentrées pour les fondations assises à la surface du sol. Essais et résultats pour les fondations assises en profondeur. Tous ces résultats sont comparés avec ceux calculés par les formules classiques et on recherche des formules expérimentales. La huitième partie expose les essais et résultats d'essais sur les fondations fichées, puis l'étude théorique et les formules classiques de la résistance au renversement de ces fondations. La neuvième partie relate les essais complémentaires pour la synthèse et l'extra-polation expérimentales des résultats précédents. On tente ensuite une généralisation en examinant le problème des fondations blocs et des fondations fichées de section rectangulaire, sollicitées au renversement dans un plan médian. Dans la onzième partie : application des résultats expérimentaux aux calculs de stabilité des pylônes de ligne pour les fondations blocs de section carrée sollicitées au renversement dans un plan médian, avec abaque et exemples. La douzième partie examine l'effet de la cohésion du sol et les essais correspondants en vraie grandeur dans des sols naturels cohérents. Calcul de l'action du vent sur les pylônes électriques et leurs conducteurs. Enfin dans la quatorzième partie : commentaire des résultats obtenus et programme de futures recherches. E. 14996.

B-458. Principes de construction des routes à grand trafic, appliqués aux pistes d'envol des aéroports et autres aires d'atterrissage pour avions (Principles of highway construction as applied to airports flight strips and other landing areas for aircraft). Éd. : Publ. Roads Admin., Feder. Works Agency; U. S. Govern. Print. Office, Washington D. C., U. S. A. (juin 1943), 1 vol. (15 × 23 cm), 514 p., nombr. fig., 2 pl. ht., 8 réf. bibl. Prix : \$ 1,75. — On trouvera dans cet ouvrage une étude des conditions requises pour le choix de l'emplacement le mieux adapté à la construction de pistes d'envol et d'aires d'atterrissage, ainsi qu'un exposé des méthodes et de l'équipement qui doivent être utilisés pour l'étude du sol et de l'emplacement choisi. Essais des sols. Classification. Méthodes de construction. Étude du drainage des aérodromes. Suivant les cas on utilisera des pistes et aires souples ou des surfaces rigides. Constitution des fondations, des sous-couches et des revêtements. Types de revêtements, équipement utilisé. Méthodes employées pour la réparation des pistes et aires d'atterrissage. Entretien. En appendice : spécifications de la Public Road Administration. Différents tableaux groupant des informations utiles en matière de pistes d'envol et d'aires d'atterrissage. E. 16056.

B-459. La préfabrication des maisons (The prefabrication of houses). KELLY (B.). Éd. : Technol. Press. Mass. Inst. Technol.; John Wiley and Sons, Inc., 440 Fourth Avenue, New York 16, N. Y., U. S. A. (1951), 1 vol. (15,5 × 23,5 cm), xxii-466 p., 32 fig., 98 fig. h. t. Prix : \$ 7,50. — L'ouvrage présente l'évolution de l'industrie de la préfabrication des maisons. Le début de cette industrie peut se fixer un peu avant 1900. Viennent ensuite, de 1900 à 1920 les premières expériences américaines en matière de préfabrication; de 1920 à 1930, le développement de cette industrie à l'étranger en raison des destructions dues à la première guerre mondiale; puis de 1930 à 1940 l'extension du développement en Amérique; et de 1940 à 1945 la période correspondant aux besoins créés par la deuxième guerre mondiale. Mais bientôt apparurent de graves difficultés dues à la rareté des matières premières. Mesures prises en Amérique pour y obvier. Industrialisation de la préfabrication. L'auteur étudie ensuite l'avenir de la préfabrication. Dans la deuxième partie, il traite de l'organisation générale de la préfabrication aux U. S. A. et consacre un chapitre spécial à l'étude des maisons préfabriquées. D'autres chapitres traitent des matériaux utilisés, de la production et des débouchés offerts sur le marché, à cette branche de l'industrie américaine. E. 15973.

B-460. Ponts-routes à tablier soudé (Welded deck highway bridges). CLARK (J. G.). Ed. : The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland 1, Ohio (nov. 1950), 1 vol. (15 × 22,5 cm), 247 p., nombr. fig. — Étude des différentes pièces pouvant composer les tabliers de ponts en métal soudé, poutres verticales à âme simple, poutres inclinées, poutres caissons, poutres triangulées verticales, inclinées, etc., planchers de différents types, en béton, en treillis métallique, en plaques métalliques. Un chapitre est consacré à l'étude des assemblages soudés, tôles, équerres, tés, goussets, poutres, fers en U et autres formes diverses. Il est suivi d'un chapitre traitant des assemblages spéciaux. Le dernier chapitre concerne les quantités de matériaux nécessaires et le prix de revient des constructions. Nombreux exemples de pièces, d'ensembles et d'ouvrages exécutés en construction soudée. E. 15659.

B-461. Le calcul des murs de quai sur plusieurs appuis (Berechnung mehrfach gestützter Spundwände). LACKNER (E.). Ed. : Wilhelm Ernst und Sohn, Hohenzollerndamm 169, Berlin-Wilmersdorf, West-Berlin, All. EPPAC, 41-45, Neal Street, Londres, W. C. 2, G.-B. (1950), 1 fasc. (15 × 21 cm), xi + 64 p., nombr. fig., 21 réf. bibl. Prix : D. M. 6. — Procédés de calcul utilisés antérieurement et principes économiques servant de base aux projets. Nouveaux procédés de calcul et hypothèses adoptées; conditions d'implantation dans le sol. Calcul statique : pour les murs reposant librement sur le sol; murs à deux appuis supérieurs indéformables et appui indéformable sur le sol; pour murs à deux appuis supérieurs et à appui au sol déformables; murs encastrés à leur sommet et tous appuis indéformables; murs encastrés à leur sommet et tous appuis déformables. Pour les murs entièrement encastrés dans le sol : murs à deux appuis supérieurs, tous les appuis étant indéformables; murs à deux appuis supérieurs avec tous appuis déformables. Pour les murs encastrés à leur sommet et dans le sol; avec tous appuis indéformables; avec tous appuis déformables. Dans chacun des exemples précédents de calcul statique : calcul analytique et calcul graphique. Calcul dans le cas où la butée des terres n'a pas un diagramme triangulaire. Influence des bandes de chargement sur le système statiquement déterminé. Exemples de calculs : calcul du chargement résultant; calcul des murs doublement encastrés; calcul dans le cas d'un encastrement complet dans le sol; cas d'un mur encastré à son sommet. E. 15490.

B-462. Le béton armé en exemples. II. Dalles continues (Der Stahlbeton in Beispielen. Durchlaufende Platten). KLEIN-LOGEL (A.). Ed. : Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-Wilmersdorf, Hohenzollerndamm, 169, West-Berlin, All. EPPAC, 41-45, Neal Street, Londres W. C. 2, G.-B. (1951), n° 2 (16 × 23,5 cm), 58 p., 52 fig. Prix : DM. 9. — Six exemples de calcul de dalles en béton armé : dalle continue à trois travées égales avec charge uniformément répartie; dalle continue à trois travées dont les deux extrêmes sont égales et l'intermédiaire plus courte; dalle continue à deux travées inégales; dalle continue à quatre travées inégales et de moments d'inertie inégaux; dalle continue suivant deux directions perpendiculaires (de sept travées dans un sens, et deux dans l'autre) avec travées égales dans une même direction; sol de cour sur cave; dalle continue sur quatre travées inégales. Pour chacun de ces exemples : charges données; détermination des moments suivant diverses méthodes; dimensionnement; armatures. Le quatrième exemple comporte la détermination des moments par la méthode graphique des foyers. Le sixième exemple envisage le cas où les véhicules circulent parallèlement ou perpendiculairement aux travées. E. 15493.

B-463. Dernières méthodes de la statique des portiques (Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke). STRASSNER (A.). Ed. : Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-Wilmersdorf, Hohenzollerndamm 169, All. EPPAC, 41-45 Neal Street, Londres W. C. 2, G.-B. (1951), t. 1, 1^{re} partie (18,5 × 26,5 cm), 154 p., 214 fig. Prix : 22,50 DM. — Théorie du calcul des portiques continus. Poutre élastique encastrée : bases du calcul, équations de l'élasticité, nœuds, moments, efforts tranchants. Déformations et ligne moyenne déformée : calcul graphique. Poutres continues sur appuis élastiques : angles, points fixes, cas particuliers, moments pour charges horizontales et verticales, pour poutres indéfinies, efforts normaux et cisaillement, efforts secondaires. Portiques continus. Portiques à plusieurs étages. Calcul des portiques continus. Déformations : bases du calcul; tableaux pour les angles, pour les lignes déformées. Voûtes continues sur quatre travées, pont continu à trois travées, poutre continue sur supports élastiques, portiques à deux travées, pont-route à trois travées. Portiques en arcs continus. Système statiquement indéterminé; inconnues et moments définitifs; moments dans les poutres et les arcs; nœuds. Moments pour charge

verticale de l'arc, pour charge latérale, pour le chargement des montants, pour le chargement dû à un pont roulant; lignes déformées, moments et efforts tranchants définitifs, ligne déformée des supports sous charge verticale, latérale; efforts secondaires. Cas particuliers. E. 15619.

B-464. Constructions fluviales. Hydrlogie. Régulation des eaux et construction des digues (Der Flussbau. Gewässerkunde. Gewässerregulierung und Deichbau). DUHM (J.). Ed. : Georg Fromme und Co, Wien V, Nikolsdorfer, Gasse 11, Vienne, Autr. (1951), vol. 2 (15 × 21,5 cm), xii-491 p., 403 fig., 2 pl. h. t. Prix : § 7. — Problèmes de la construction fluviale. Principes de l'hydrologie : précipitations; niveau de l'eau, écoulement; retenue des eaux; bassins de retenue; influence des forêts sur l'écoulement des eaux. Travaux hydrométriques : vitesse de l'eau, sa mesure; débits des courants; formules des vitesses. Mouvements des eaux dans les cours d'eaux naturels. Matériaux flottés ou roulés et leur calcul. Étude des pentes des cours d'eau d'après von SALIS; influence du profil en long sur le tracé en plan; calcul de la largeur normale et du profil en long d'un cours d'eau de montagne. Projet de régularisation : pente et profil normal; exemple. Réunion et division de cours d'eau; canalisation des cours d'eau. Matériaux de régularisation et de protection des rives. Dignes fluviales, entretien et protection : section et érection des digues; colmatage d'une digue. Conduite des travaux de régularisation des cours d'eau : mode d'exécution; installation des chantiers; approvisionnement des matériaux; frais d'exécution; élimination des courbes. Entretien des rivières et des ruisseaux. Essais concernant les constructions fluviales : bref historique; installations d'essais; modèles réduits; conduite des essais; mesure des pressions de l'eau; échelle des modèles. Bibliographie. E. 16068.

B-465. Dictionnaire anglais-allemand et allemand-anglais pour ce qui concerne le bois et le commerce du bois (English and German dictionary for the wood and timber trade). MRUGOWSKI (H.). Ed. : M. und H. Schaper, Hannover-Waldhausen, Grazer Strasse 20, All. (1948), 1 vol. (10,5 × 15 cm), 202 p. Prix : DM 9. — Ce dictionnaire donne, en plus de la correspondance des mots anglais et allemands, les dénominations scientifiques des différentes essences d'arbres. Il indique également la correspondance des mesures utilisées en Grande-Bretagne et aux États-Unis avec les unités allemandes et celles du système métrique. Ces indications sont en outre résumées sous forme de tableau. E. 15982.

B-466. La construction en bois dans les édifices et les ponts (Holzbau im Hoch- und Brückenbau). WILLE (F.). Ed. : Rudolf Müller, Oldenbourg, All. (1950), 1 vol. (14,5 × 21 cm), xii + 283 p., 215 fig. DM. 20.80. — Introduction. Matériaux de la construction en bois; propriétés du bois, types de bois, sections du bois, résistance du bois, son élasticité, protection du bois; les métaux dans la construction en bois; la colle. Statique dans la construction en bois. Dimensionnement des bois de construction : membrures comprimées et tendues. Éléments soumis à la flexion simple, à la flexion et à un effort normal, à la flexion et à un effort oblique. Éléments de torsion. Contraintes de cisaillement : dans des sections d'une seule pièce; dans des poutres en deux lits, dans les poutres en trois lits; dans les sections en I ou en caisson. Limite dans les poutres à âme pleine. Recherches sur le flambage : procédé général, procédé pour une inclinaison à 45°. Liaisons transversales dans le cas d'éléments en plusieurs parties soumis au flambage : au moyen de bois de liaison, au moyen d'entretoises. Éléments en flambage à sections en I ou en caissons. L'assemblage des bois : chevilles, boulons, clous et broches métalliques; colle; liaisons à entailles, simples ou multiples; à couvre-joints. Stabilité de l'ensemble de l'édifice. Renforcement au vent : toits, halles, édifices en forme de tours; ponts de bois et échafaudages. Bibliographie. E. 15845.

B-467. La construction en béton. Travaux de coffrage (Der Betonbauer. Die Einschalarbeiten). KUPFER (C.). Ed. : Rudolf Müller, Cologne, All. (1951), vol. 1 (19 × 27 cm), 157 p., 137 fig. — Généralités : les bois de coffrage : dimensions et essences; les clous; l'outillage. Coffrage des fondations. Leur construction; dispositions du chantier; mise en place des plaques; les arcs-boutants; divers modes de raidissement. Les angles intérieurs et extérieurs. Les planches de serrage, sans raidissement; planches en arcs. Coffrage des colonnes. Distinction d'après la forme ou les dimensions. Coffrage des colonnes légères. Sécurité de la construction des coffrages. Couronnes. Colonnes légères. Divers modes de coffrage. Colonnes à joint de dilatation. Construction des cadres. Colonnes moyennes. Colonnes rectangulaires ou polygonales, rondes, à joint de dilatation. Colonnes lourdes, rectangulaires, rondes, polygonales. Supports de sécurité.

Coffrage des poutres. Délais de décoffrage et leur influence sur la construction. Distinction d'après la forme et les dimensions. Poutres légères. Entretoises de toit. Voûtes. Joints de dilatation. Liaison des poutres principales et des poutrelles. Poutres moyennes. Poutres lourdes. Appendice : le clou à tête double. E. 15846.

B-468. **L'influence de la glace dans les conduites des usines hydrauliques** (En russe). BOGOSLOVSKI (P. A.). Ed.: Énergétique Nation., Moscou, U. R. S. S. (1950), 1 vol. (13 × 20 cm) 155 p., 33 fig., 1 pl. h. t. Prix : roubles 6,50. — A la suite d'observations et d'études, l'auteur donne une méthode détaillée du calcul des gains et des pertes de chaleur dans le parcours de l'eau et indique les précautions nécessaires. Par un choix judicieux du profil du tracé on peut réduire la formation de la glace intérieure, une contrepente, par exemple, est toujours nuisible. L'eau immobilisée dans la conduite gèle plus vite que l'eau découverte. Une brusque baisse de pression provoque une forte baisse de la température et peut amener la congélation de l'eau. L'échauffement de la conduite par le soleil peut provoquer une débâcle de la glace intérieure. La glace se forme plus vite dans la turbine que dans la conduite. Il est nécessaire de couvrir la conduite de terre ou de la calorifuger et de chauffer la turbine. Bibliographie. E. 15569.

B-469. **Les ouvrages artistiques en métal dans la décoration architecturale** (en russe). BIKOV (Z. N.), MAYKOV (N. K.). Édition Nation. Arch. Urban., Moscou, U. R. S. S. (1950), 1 vol.

(15 × 22,5 cm), 236 p., 189 fig. Prix : roubles 12,50. — L'ouvrage, destiné aux artistes, est consacré à la construction des objets décoratifs. Indications sur les caractéristiques des métaux et leur présentation marchande; détails de tous les travaux de transformation dont dépend l'étude des objets : chapitre détaillé sur les diverses formes de finition des surfaces. Description de diverses catégories des objets décoratifs, clôtures et portes, protection des plantes, balustrades intérieures, balcons, lanternes des rues et autres, fontaines, vases, etc. Nombreux exemples. Bibliographie. E. 15567.

B-470. **Les réseaux souterrains urbains** (en russe). BAKNTIS (R. E.). Minist. Génie Rural, Moscou, U. R. S. S. (1950), 1 vol. (15 × 23 cm), 164 p., 125 fig. Prix : roubles 5,50. — Description de différents réseaux souterrains : distributions d'eau, canalisations des eaux usées, évacuation de l'eau de pluie, drainage, distribution du gaz, différents réseaux de distribution d'électricité, chauffage urbain, télégraphe, téléphone, etc., avec leurs principes, leurs détails et leurs positions normales dans les rues. La coordination des réseaux entre eux et la parfaite connaissance de leurs positions doit être la base de l'étude des voies de communication souterraine. Exposé de l'ensemble des travaux dans les villes nouvelles et détails des travaux dans les villes existantes. Organisation de l'administration de la totalité des réseaux. Méthodes d'amélioration progressive pour l'avenir. E. 15568.

IV. — BREVETS

Sélection portant sur les brevets n°s 980 701 à 985 900 d'après le Bulletin officiel de la Propriété industrielle n° 3 479 du 4 janvier 1951, au n° 3 489 du 15 mars 1951.

Pour toute demande de brevets, désigner les fascicules par leur numéro de publication et adresser directement la commande accompagnée de son montant à l'Imprimerie Nationale, Bureau de Vente, 27, rue de la Convention, Paris-XV^e. Les prix sont actuellement de 25 F, plus 10 F de port par brevet.

Voirie, ponts et routes, quais, phares, écluses.

- 982.962 (DD). — 7 août 1943. LAURENT (J.) et GRIDEL (H.). Procédé de protection de la surface de nappes d'eau contre les effets de la houle et installations résultant de l'application de ce procédé.
- 984.991 (DD). — 22 oct. 1943. Compagnie de PRODUITS CHIMIQUES ET ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUES ALAIS, FROGES ET CAMARGUE. Procédé de construction de gros ouvrages et notamment de grands barrages.

Travaux d'architecture, aménagements intérieurs, secours contre l'incendie.

- 980.812 (Aj.). — 20 déc. 1948. BRANCHE (P.). Panneau et élément de jonction préfabriqués pour revêtement de plafond, utilisables comme coffrage perdu pour la pose du plancher supérieur.
- 982.146 (Aj.). — 13 jan. 1949. MALET (P.). Parquet sans joints.
- 982.193 (Aj.). — 14 jan. 1949. KUTAHIALIAN (J.). Procédé pour l'addition d'un aussi grand nombre de nouveaux étages qu'on le désire à des immeubles qui, par eux-mêmes, ne pourraient plus supporter de nouveaux étages.
- 982.286. — 3 mars 1949. Soc. dite : CONSTRUCTION STANDARD IMMOBILIÈRE. Maisons monolithes semi-cylindriques en ciment armé.
- 982.436 (DD). — 22 juin 1943. LOSSIÈRE (H.). Constructions précontraintes mixtes.
- 982.612 (Aj.). — 31 déc. 1948. SAMUEL (A. E.). Poutrelle moulée pour planchers en éléments préfabriqués, et procédé de fabrication de cette poutrelle.
- 982.774. — 10 mars 1949. BLACHE (A.). Murs creux isothermes en éléments préfabriqués.

- 982.863. — 12 mars 1949. CHAURES (J. P. C.). Procédé de construction en pisé à prise prompt, durcissement ultra-rapide et sans crépi.
- 983.089 (Aj.). — 26 jan. 1949. Soc. dite : Soc. d'ÉTUDES POUR LA CONSTRUCTION ET LA RÉPARATION DES OUVRAGES MÉTALLIQUES (SECROM). Perfectionnement dans la construction des fondations comportant des boulons de scellement.
- 983.222. — 16 mars 1949. PORTA (P.). Système de coffrage pour murs banchés.
- 984.181. — 4 avr. 1949. HENNINGS (E.), SCHMIDT (G.) et GEHART (E.). Plafond en béton armé à nervures et à dents.
- 984.959 (DD). — 19 oct. 1943. LUBSZYNSKI (G.). Bâtiment léger à locaux isolés thermiquement et acoustiquement.
- 984.999 (Aj.). — 15 fév. 1949. RUBAT (J.). Charpente shed en bois et son procédé d'exécution.
- 985.152. — 23 avr. 1949. OLLIVIER (G.). Hangars, sheds, charpentes préfabriquées avec un moule universel.
- 985.246. — 27 avr. 1949. Mlle THEYS (C.). Hourdis jumelé creux en béton vibré.
- 985.251. — 27 avr. 1949. DENZINGER (J.). Maison établie à la façon d'une charpente à l'aide d'éléments préfabriqués.
- 985.257. — 27 avr. 1949. DOUCE (J.). Revêtement protecteur contre l'incendie.
- 985.394. — 2 mai 1949. COSTE (J. A.). Maisons préfabriquées à édification rapide à partir de blocs dont tous les éléments sont récupérables au démontage.
- 985.421 (DD). — 26 oct. 1943. APPERT (P. L.). Procédé de construction de planchers en béton armé et ses moyens de mise en œuvre.
- 985.438 (DD). — 28 oct. 1943. Soc. an. dite : Établissements CHAFFOTAUX et MAURY RÉUNIS. Dispositif pour traversée de planchers par des tuyauteries.

Construction, travaux publics et privés.

Matériaux et outillage.

- 981.100.** — 18 fév. 1949. Soc. dite : OESTERREICHISCH-AMERIKANISCHE MAGNESIT AKTIENGESSELLSCHAFT. Perfectionnements apportés aux procédés pour fabriquer des plaques ou dalles en laine de bois en utilisant du ciment Sorel comme liant.
- 981.292 (DD).** — 31 mars 1943. Soc. dite : SOC. POUR LA FABRICATION D'ISOLANTS ET REVÊTEMENTS LIGNEUX « ISOREL ». Procédé de fabrication de matériaux fibreux hétérogènes et produit industriel en résultant.
- 981.384 (Aj.).** — 31 déc. 1948. Soc. à r. l. : MACHINAGGLO. Cloisons en fibres végétales comprimées et son mode de fabrication.
- 981.534 (DD).** — 30 avr. 1943. MERCIER (R. E.). Coffrage métallique pour constructions en béton armé et ses moyens de mise en œuvre.
- 981.942 (DD).** — 15 mai 1943. PAULIN (A.). Poutre en arc et constructions en résultant.
- 982.364.** — 5 mars 1949. CHAURES (J. P. C.). Procédé pour la fabrication d'agglomérés de cellulose et plâtre.
- 982.467 (DD).** — 28 juin 1943. MERCIER (R. E.). Dispositif de coffrage et d'étaiyage métallique pour les constructions en béton armé.
- 982.807.** — 11 mars 1949. GISOLO (F.). Coffrage métallique préfabriqué pour béton.
- 983.645.** — 24 mars 1949. Soc. dite : SPRAUER et SCHIFF (Soc. à r. l.). Perfectionnements au procédé de fabrication de poteaux en béton armé de grande longueur et à l'appareillage de mise en œuvre.
- 983.770.** — 29 mars 1949. Soc. dite : SPOJENE OCELARNY, NARODNI PODNIK et PENICEK (L.). Procédé de fabrication d'armatures profilées pour béton précontraint.
- 983.904 (DD).** — 26 août 1943. BIGARD (A. J. E. L.). Poutrelle légère profilée en béton armé.
- 984.368.** — 9 avr. 1949. Soc. an. dite : Anciens Établissements Joseph PARIS. Procédé d'assemblage dans la construction des pylônes de moyenne et grande hauteur dont les membrures sont constituées par deux cornières en croix.
- 984.371.** — 11 avr. 1949. DELAHAYE (E.). Dispositif pour le montage des échafaudages tubulaires.
- 984.471 (DD).** — 30 sept. 1943. Soc. an. dite : SOC. DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE. Armatures prétendues pour constructions précontraintes.
- 984.792.** — 15 avr. 1949. KAMPF (G.). Poutre en bois composée de plusieurs planches collées ensemble.
- 985.001 (Aj.).** — 15 fév. 1949. SOC. BERCOR. Procédé pour le moulage de pièces évidées, en béton.
- 985.002 (Aj.).** — 15 fév. 1949. L'HERNAULT (J.). Pièces élémentaires de formes spéciales combinables entre elles pour obtenir des parois à dispositions multiples.
- 985.039 (Aj.).** — 17 fév. 1949. HOCHSTRASSER (H. R.). Procédé et dispositif pour élargir la base d'un pieu en béton ou analogue moulé dans le sol.
- 985.147.** — 22 avr. 1949. PRADILLE (F.). Éléments prémoulés servant à l'édification de bâtiments et leur mode de construction.
- 985.243.** — 27 avr. 1949. GUÉRIN (A.). Moellon creux au béton de pouzzolane vibré avec assemblage spécial pour construction de maisons préfabriquées.
- 985.586 (Aj.).** — 24 fév. 1949. MESROUZE (R. L. E.). Éléments préfabriqués interchangeable pour la construction rapide et procédé de montage de mur automatiquement rigide à l'aide de ces éléments.
- 985.663.** — 4 mai 1949. FOSSAT (R. J.). Revêtement mural économique nouveau obtenu par un procédé nouveau permettant l'utilisation des déchets de verre.
- 985.728.** — 5 mai 1949. MÉRIGNON (P. A.). Procédé de fabrication d'un élément creux en béton armé et vibré pour plancher sans coffrage.
- 985.786.** — 7 mai 1949. Mme Vve GLORIAN, née LE BRUN (E. A. C.). Béton caverneux et procédé pour sa fabrication.

LES ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

publient en dix numéros par an :

Les conférences et comptes rendus de visites de chantiers organisées par le Centre d'Études Supérieures ;
Des études originales françaises et étrangères ;
Les manuels du béton armé, de la charpente en bois et de la construction métallique ;
Les comptes rendus des recherches d'intérêt général poursuivies par les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics ;
Une documentation technique.

La publication est faite sous forme de fascicules séparés sous les rubriques.

Architecture et Urbanisme ;
Technique générale de la construction ;
Théories et Méthodes de calcul ;
Essais et Mesures ;
Sols et Fondations ;
Gros Œuvre ;

Construction métallique ;
Travaux publics ;
Matériaux ;
Liants hydrauliques ;
Béton, Béton armé ;
Béton précontraint ;
Équipement technique ;

Aménagement intérieur ;
Matériel de chantier ;
Questions générales ;
Documentation technique ;
Manuel du Béton armé ;
Manuel de la Charpente en bois ;
Manuel de la Construction métallique.

Le service des « Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics » est réservé à ses adhérents (conditions d'adhésion et tables des publications sur demande).

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII^e

Septembre 1951

N° 208

Nouvelle série.

QUESTIONS GÉNÉRALES, N° 12

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

EXPOSÉ DU 20 MARS 1951

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. BLANC,**

Directeur Général du Génie Rural et de l'Hydraulique Agricole.

LES ÉTUDES DES RÉSEAUX D'IRRIGATION

Par **M. R. RE,** Chef du Service Hydro-Agricole au Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique.

SOMMAIRE

| | Pages. | | Pages. |
|---------------------------------|--------|---|--------|
| Introduction..... | 2 | Distribution..... | 8 |
| Irrigation et agriculture..... | 3 | Principes..... | 8 |
| Climat..... | 3 | Appareils et procédés de distribution..... | 9 |
| Sol..... | 3 | Études de réseaux..... | 12 |
| Définition de l'irrigation..... | 5 | 1° Recherche des éléments de base de l'étude..... | 14 |
| Unité de débit..... | 5 | 2° Études préliminaires..... | 14 |
| Unité de surface..... | 6 | 3° Études du projet..... | 15 |
| Forme du réseau..... | 6 | Conclusion..... | 15 |
| Nature des réseaux..... | 7 | | |
| Ouvrages..... | 7 | | |

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

Messieurs,

Étant donné les circonstances qui ont rendu difficile l'accès de cette salle, la qualité doit ce soir suppléer à la quantité.

Nous allons cependant ouvrir la séance.

M. RE appartient à cette très brillante équipe d'Ingénieurs qui travaillent remarquablement au Laboratoire d'Hydraulique de Grenoble. Il a fait des études fort intéressantes au Maroc et à Madagascar et il a bien voulu nous faire profiter du fruit de ses recherches. Nous l'en remercions à l'avance et je lui donne la parole.

EXPOSÉ DE M. RE

INTRODUCTION

Il m'avait été demandé de parler des réalisations d'irrigations en Afrique du Nord; je me suis permis de transformer le titre de l'exposé en « Les Études des Réseaux d'irrigation ».

A cela deux raisons, d'abord une restriction : ma qualité de projecteur de réseaux me permettait de parler des études de ces derniers, non pas de leur mise en œuvre; ensuite une appréciation qui pourrait peut-être servir de leit-motiv à cet exposé : dans les entreprises d'irrigation les études doivent occuper une place importante car les études insuffisantes conduisent souvent à l'échec.

Pour le grand public, la plupart du temps, l'irrigation paraît d'une grande simplicité. Prendre l'eau dans un barrage ou la détourner à partir d'une rivière, conduire cette eau vers des champs semblent des opérations toutes naturelles.

Quelquefois s'extasie-t-on sur la hauteur du barrage, la longueur des canaux ou le débit important qu'ils portent, mais l'attention ne dépasse généralement pas

ces ouvrages spectaculaires qui, tout bien pesé, ne constituent que quelques maillons d'un ensemble beaucoup plus complexe et de mise au point plus délicate.

Sans vouloir tenter de démonstration, je livre à votre méditation la photographie suivante publiée par les soins du Colonel BARADEZ (1) qui a mis ses dons d'observateur aérien au Service de l'Archéologie en Afrique du Nord.

La figure 1 représente ce que l'objectif a pu saisir des vestiges d'un ancien réseau d'irrigation de création romaine.

Au sol, plus rien ne semble subsister. Une vue d'avion, sous un éclairage particulier, révèle la présence du quadrillage de parcelles anciennement irriguées. Les anciennes planches apparaissent en blanc; ce qui fut peut-être les chemins de desserte ou les levées de terre qui entouraient

(1) Extrait de l'ouvrage : Jean BARADEZ, « Recherches Archéologiques dans le Sud Algérien », *Fossatum Africae*.

RÉSUMÉ

Dans les entreprises d'irrigation, les études doivent occuper une place prépondérante, car des études insuffisantes conduisent souvent à l'échec.

— Ces études comportent en tout premier lieu la recherche des éléments de base auprès des Services Administratifs susceptibles de fournir des renseignements concernant le périmètre à étudier. Ces renseignements portent, en particulier, sur les caractères climatologiques, pédologiques et agronomiques du périmètre, car, avant tout, l'irrigation doit être un appui et une aide pour l'agriculture. L'expérience indique les conditions optima de présence de l'eau et de l'air dans le sol, que devront réaliser irrigation ou drainage.

— Des études préliminaires compléteront ces renseignements.

La détermination d'une unité de débit : main d'eau ou module d'arrosage, et d'une unité de surface : quartier, permet la conception d'un réseau économique, de rendement maximum.

L'utilisation d'un appareillage bien adapté rend possible l'organisation rationnelle de l'exploitation.

Ces études préliminaires aboutiront à la présentation d'un ou plusieurs plans d'ensemble sommaires de réseaux, accompagnés d'une estimation, à partir desquels les Organismes Directeurs pourront prendre toutes décisions relatives à la mise en valeur du périmètre.

— Des études détaillées reprendront alors le plan d'ensemble sommaire retenu, et fixeront les lignes d'un projet d'exécution.

SUMMARY

The study of irrigation systems is extremely important since inadequate study often leads to failure.

The study consists first of the search for the basic data from the Ministries concerned with the area. The information required concerns the climate soil and agriculture of the area since irrigation is above all a help for agriculture. Practical experience shows the best moisture and air contents for the soil which should be achieved by irrigation or drainage.

Preliminary research will complete this information. The unit of flow, the « watering module » in conjunction with the unit of area, the district will enable an economical network to be designed with the maximum efficiency.

The use of carefully designed plant will enable the system to be operated in the most rational way.

This preliminary research will terminate in the summary design of one or several possible irrigation networks together with an estimate of cost on the basis of which head authorities can make all necessary decisions on the development of the area.

Working drawings will then be made for the summary design chosen and will fix it in its final form.

les planches, se détache en noir. Limons déposés par l'irrigation ou transformation du sol par cette dernière ou dépôt de sable éolien dans les cuvettes des légionnaires-paysans, autant de raisons plausibles pour expliquer la différence de teinte absolument invisible depuis le sol.

Des millions d'hectares auraient ainsi été mis en valeur, avec une technique fortement évoluée pour l'époque, comportant notamment la lutte contre le ruissellement et l'amélioration de l'infiltration sur les bassins versants desquels dépendaient les périmètres irrigués.

La photographie aérienne a permis de déceler les zones ainsi cultivées, ce que confirment les recherches effectuées ensuite au sol, où l'on a retrouvé des moulins à grains et à huile, preuves indiscutables de la vie dont ces régions étaient le cadre à l'époque romaine.

Aujourd'hui, la richesse a fait place à la désolation. L'activité s'est résorbée autour d'oasis de palmiers, de culture facile, mais d'étendue extrêmement réduite.

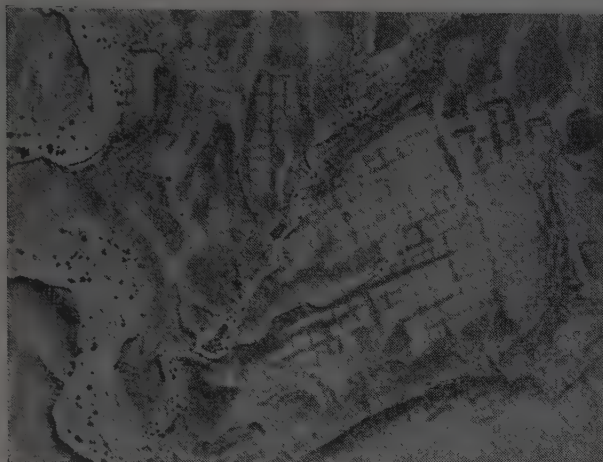


FIG. 1. — Vestiges d'irrigations romaines dans le sud algérien (extrait de l'ouvrage du Colonel Jean BARADEZ, *Fossatum Africae*).

Pourquoi la prospérité de ces régions a-t-elle périclité ?

Cette question reste sans réponse précise. Certes, les successeurs des Romains, après avoir chassé ces derniers, peuvent très bien ne pas avoir été capables de prendre la suite de l'exploitation des terres. Mais pourquoi les Romains n'auraient-ils pas abandonné ces territoires parce qu'ils n'avaient pas réussi à vaincre le désert ?

Le nouvel équilibre agricole était peut-être trop instable pour résister à l'expérience, et en quelques années ou même quelques lustres s'est-il peu à peu détruit.

Plus près de nous et encore au xx^e siècle, des irrigations trop hâtives ont conduit à des échecs cuisants.

Le seul fait d'apporter de l'eau vers des terres ne suffit donc pas à assurer le succès de l'irrigation. Irriguer constitue souvent une véritable révolution du milieu agricole qui, pour réussir, doit s'entourer d'une somme de précautions.

Les difficultés de la mise en valeur ne pourront être surmontées que si l'on examine de très près tous les facteurs qui entrent en jeu.

IRRIGATION ET AGRICULTURE

L'irrigation est avant tout un appui et une aide pour l'agriculture. Les règles générales d'une bonne agriculture doivent donc être respectées. Aussi allons-nous sommairement les rappeler.

CLIMAT

Il est nécessaire de se trouver en présence de conditions climatiques acceptables :

— Les précipitations doivent être moyennes; si elles sont déficientes, l'irrigation se fixera précisément pour but de venir les compléter.

— La température doit être comprise entre des valeurs extrêmes, au delà desquelles les plantes souffrent et peuvent mourir. Remarquons que l'action de l'homme reste ici très limitée; on ne peut rien contre les fortes gelées ou les températures excessives.

— L'état hygrométrique de l'air, la lumière, le vent ont également leur rôle à jouer et, suivant leur état, favorisent le développement des plantes, ou le gênent.

SOL

A côté des caractères du climat, les caractères du sol présentent une grande importance.

— Un terrain régulier se prête mieux à être cultivé qu'un terrain à relief tourmenté sur lequel il faut exé-

cuter des nivellements coûteux. Il est également difficile de travailler sur des pentes fortes.

— Le sol doit présenter une certaine profondeur sous peine d'avoir des possibilités limitées; il doit avoir une consistance convenable, c'est-à-dire ne pas comporter trop de cailloux et, à l'extrême opposé, pas trop d'argiles et en particulier d'argiles trop fines qui rendent le sol lourd, difficile à travailler et apte à se colmater, c'est-à-dire à devenir imperméable.

— La structure du sol est son aptitude à assembler les particules terreuses. Pour laisser un libre accès de l'eau et de l'air vers les racines des plantes, cette structure doit être meuble; dans les cas extrêmes il faudra se méfier des sols sans structure tels que les sols pulvérulents et à l'opposé les sols très compacts.

— Un caractère moins connu est la réaction du sol. Cette réaction mesurée en unités pH mesure l'acidité ou l'alcalinité de la terre; elle joue un rôle important dans le développement des plantes, et aussi, dans les réactions physico-chimiques et biologiques dont le sol est le siège.

La réaction actuelle du sol caractérise donc en partie sa vocation culturale; elle doit donc intervenir dans le choix des spéculations agricoles. Elle conditionne la solubilité et l'assimilabilité des éléments nutritifs. La modification de la valeur pH d'un sol peut donc augmenter sa fertilité.

— Au mot de fertilité s'attache les notions d'éléments chimiques constituants du sol. La présence de ces éléments en quantités suffisantes est évidemment nécessaire. Mais la notion de quantité tend, de plus, à faire place,

dans la chimie agricole moderne, à la notion d'équilibre harmonieux entre les éléments, et à celle de la présence d'oligo-éléments tels que le bore, le cuivre et le zinc, qui, à des concentrations très faibles, agissent fortement sur les rendements des cultures.

— Les éléments fertilisants nous conduisent naturellement à évoquer les éléments nocifs. Les sels en général jouent le rôle de toxique vis-à-vis des plantes, car ils empêchent l'absorption d'eau par les racines et détruisent la structure du sol en provoquant le gonflement et la dispersion des colloïdes.

— La plus ou moins grande résistance à l'érosion doit également être prise en considération. Le ruissellement des eaux de pluie, le vent, provoquent une désintégration de la surface du sol, des ravinements, des déplacements du sol lui-même qui peuvent porter atteinte à l'aptitude des terres à porter des plantes. On peut se défendre contre l'érosion. La négliger peut ruiner une entreprise de mise en valeur car la richesse naturelle peut disparaître peu à peu sous l'action des agents naturels de destruction.

— Enfin, nous avons réservé la dernière place de cette énumération aux conditions de présence de l'eau et de l'air dans le sol; nous touchons alors aux caractères qui intéressent plus particulièrement l'hydraulique agricole.

Les particules du sol et les racines des plantes laissent entre elles des espaces occupés par l'eau et par l'air. L'arrivée de l'eau chasse l'air et, inversement, le départ de l'eau laisse la place à l'autre élément. L'échange se poursuit sans arrêt, car il y a toujours une cause : pluie, irrigation, infiltration, évaporation ou consommation par les plantes, pour venir modifier la teneur en eau du sol.

Cependant, à une certaine profondeur, l'eau remplit tous les espaces et si l'on creuse un puits, on y trouve un niveau bien établi qui est celui de la nappe phréatique. Au-dessus de cette dernière, l'eau humecte par capillarité toute une zone appelée frange capillaire. Si les pores du sol sont très fins et s'il n'y a pas de grosses cavités, cette frange capillaire ne pourra pas contenir d'air. De même que la nappe phréatique, elle ne pourra pas être utile aux plantes, car les racines de ces dernières ont besoin aussi bien de l'air que de l'eau pour vivre.

Les racines des plantes vivent dans les horizons supérieurs du sol, là où elles trouvent l'eau et l'air dont elles ont besoin. D'après certains auteurs, l'épaisseur de sol dans lequel les racines puisent effectivement leurs éléments

nutritifs varie d'une plante à l'autre : 0,30 m pour les céréales, 0,60 m pour la luzerne, 1 m pour les oranges, etc. Selon d'autres spécialistes cette couche présente la même épaisseur de 0,40 m environ pour toutes les plantes.

Les figures 2 et 3 montrent un exemple d'irrigations mal conduites. A partir des cuvettes une très grosse partie de l'eau gagne les grandes profondeurs où elle n'est plus utilisable par les plantes. D'autre part, le creusement des cuvettes sectionne toutes les racines du palmier proches de la surface du sol, racines qui sont les plus nourricières du fait qu'elles sont les mieux aérées.

Nous ferons appel aux définitions suivantes qu'on retrouve dans tous les ouvrages relatifs à la physique des sols.

Point de saturation.

Teneur en eau du sol lorsque tout l'espace libre du sol est occupé par l'eau.

Point de ressuyage ou capacité de rétention.

A partir de l'état précédent, c'est la teneur en eau du sol lorsque l'eau de gravité, c'est-à-dire celle qui circule sous l'effet de son propre poids, a quitté le sol et atteint le sous-sol. Lorsque le point de ressuyage est atteint, la plus grande partie de l'eau alors contenue dans le sol y demeure sous l'effet des forces de capillarité. On l'appelle eau capillaire. La partie restante est combinée plus intimement aux matériaux et s'appelle eau hygroscopique.

Point de flétrissement.

Teneur en eau du sol lorsque les plantes commencent à se faner.

Capacité utile maximum.

C'est la différence entre le point de ressuyage et le point de flétrissement. La teneur ainsi définie est le pourcentage d'eau qui est à la disposition des plantes. Elle est un peu inférieure à la teneur maximum d'eau de capillarité que peut contenir le sol.

Précisons bien que dans toutes les définitions précédentes, les teneurs en eau correspondent au rapport du poids de l'eau contenue dans le sol au poids de sol sec.

Réserve utile.

Considérons la zone des racines; cette tranche de sol a un poids de sol sec déterminé. Si on prend une fraction de ce poids égale à la capacité utile maximum, nous obtenons le poids d'eau maximum que le sol peut céder aux plantes. Cette quantité d'eau est appelée la réserve utile du sol.

La quantité d'eau qui, sur l'unité de surface d'un sol donné, doit être appliquée pour mettre en place l'eau de la réserve utile supposée épuisée, est donc bien déterminée. On la désigne sous le terme de dose d'arrosage lorsqu'il s'agit d'irrigation.

La notion de quantité d'eau dans le sol intervient donc avec une particulière importance. A côté d'elle il convient de faire figurer en bonne place la notion de niveau de l'eau libre.

Fig. 2. — Cuvette profonde creusée autour de palmiers pour retenir de grosses quantités d'eau.



La nappe phréatique représente la surface de l'eau libre dans le sol, obéissant aux lois de la gravité. Elle est limitée en profondeur par les couches imperméables qui constituent le plancher de la nappe. Excepté lorsque ce plancher présente la forme d'une cuvette, la nappe phréatique est animée d'un écoulement qui dépend des conditions de départ et d'arrivée de la nappe et de la perméabilité du milieu. Les niveaux d'arrivée de la nappe s'établissent dans les canaux naturels ou artificiels, drain ou thalweg, vers lesquels les eaux s'écoulent.

Les nappes sont soumises à des fluctuations de niveau qui dépendent des débits d'alimentation de ces nappes et des capacités d'évacuation des drains dans lesquels elles aboutissent.

La nappe est une limite impérative à l'extension des racines en profondeur. La frange capillaire elle-même est considérée comme indésirable par les racines car elle chasse l'air vers le haut et élimine cet élément nécessaire à la vie des organismes végétaux. Néanmoins, on peut concevoir que la frange capillaire, venant humecter une zone des racines où les façons culturales favorisent l'aération en créant de grosses cavités, participe à l'alimentation du sol en eau utilisable par les racines.

L'expérience prouve que, toutes choses égales par ailleurs, le niveau phréatique présente une cote optimum pour lequel le rendement des cultures est maximum.

L'expérience montre également que la réduction de la fluctuation du niveau phréatique, elle aussi, améliore ce rendement.

Mais s'il est intéressant que la frange capillaire fasse bénéficier les racines de l'eau de la nappe phréatique, il est un cas où cet état de choses présente les plus graves dangers : ceci a lieu lorsque la nappe contient des sels nocifs en solution. La remontée de l'eau par la frange capillaire fournit bien de l'eau aux plantes, mais les sels restent dans le sol et se concentrent au voisinage des racines où, très rapidement, ils peuvent causer les effets les plus néfastes pour l'agriculture.

Cette revue rapide des concepts actuellement admis par les physiciens du sol permet de formuler les conditions suivantes auxquelles doit satisfaire l'eau du sol pour que les plantes se développent et produisent au maximum.

1° L'eau doit se trouver dans la zone des racines en quantité suffisante pour les plantes, mais non en trop grande abondance, car le sol ne contient alors plus assez d'air.

DÉFINITION DE L'IRRIGATION

Ce bref aperçu de physique des sols va nous permettre de situer l'irrigation dans le cadre de l'agriculture et de lui donner une définition. Tout en respectant les règles d'une bonne agriculture, l'irrigation consistera à réaligner la capacité utile du sol chaque fois que cette dernière sera sur le point d'être épuisée. L'irrigation n'est donc pas, comme le pensent très souvent les usagers, un apport d'eau nécessairement massif mais une fourniture d'eau de quantité déterminée attribuée dans le temps à intervalles également déterminés.

En même temps, il est bon de surveiller le niveau de l'eau libre dans le sol pour le cas où le niveau atteindrait une cote dangereuse pour la vie des racines. Le drainage est ainsi lié de très près à l'irrigation et ces deux aspects de l'action de l'homme sur l'eau ne peuvent être séparés.

Le but à atteindre étant la présence de l'eau dans le sol suivant les préceptes que nous avons définis, il reste à



FIG. 3. — Irrigation de palmiers par cuvettes profondes dans le sud algérien.

2° Si la nappe phréatique est à faible profondeur, son niveau doit nécessairement être maintenu à des cotes bien déterminées.

— Soit que l'eau de la nappe serve à humidifier par capillarité la zone des racines;

— Soit que l'eau de la nappe contienne des sels nuisibles, à proscrire;

— Soit que, naturellement, le niveau phréatique subisse de trop grandes fluctuations.

Dans tous les cas, la nappe elle-même doit se trouver au-dessous de la zone des racines.

Il apparaît que ces prescriptions pourront être suivies si l'on sait :

— Mesurer l'eau qui arrive sur le terrain;

— Contrôler le niveau de l'eau dans le sol.

examiner comment l'eau doit être conduite depuis les sources : barrages, rivières, lacs, station de pompage vers les terrains.

Nous allons donc décrire rapidement un réseau d'irrigation pour en montrer les unités principales relatives aux débits et aux surfaces.

UNITÉ DE DÉBIT

Il s'agit de mettre en place l'eau de la capacité utile d'une parcelle donnée, sur laquelle se trouve une culture également donnée.

Nous savons que l'arrosage doit humidifier le sol d'une quantité d'eau bien déterminée : par exemple 1 200 m³ sur un champ de 1 ha. Comment ce volume va-t-il être appliqué sur le champ ? L'expérience prouve que ce volume sera mis en place dans le sol le plus aisément



FIG. 4. — Irrigation de céréales. La main d'eau est insuffisante. Seule la partie du champ au premier plan est arrosée. A l'arrière-plan le champ ne reçoit pas d'eau.

possible en guidant, à travers le champ, un débit relativement déterminé. Ce débit que nous appellerons « main d'eau » (on l'appelle aussi module d'arrosage) constitue l'unité de débit du réseau.

Cette main d'eau dépend de plusieurs facteurs. Suivant la perméabilité du sol, elle variera dans de grandes proportions. Si le sol est très perméable, il faudra utiliser des débits élevés pour que l'eau atteigne rapidement les extrémités du champ sinon toute l'eau s'infiltrera dans les premiers mètres de son parcours et les queues de rigoles, s'il s'agit d'une irrigation par rigoles, resteront à sec (fig. 4).

C'est ainsi que sur les graviers des plaines de Milan ou de Vérone, les irrigants utilisent des mains d'eau énormes atteignant 150 ou 200 l/s. Si le sol est lourd et imperméable la main d'eau deviendra plus petite et pourra se réduire à 30, 20 ou même 10 l/s. Avec des débits plus élevés, elle risque de courir sur le sol et d'atteindre le bout des parcelles en s'infiltrant très peu en cours de route.

La main d'eau dépend de la nature de la culture. Le caractère délicat des semis ne pourra s'accommoder que de mains d'eau faibles; le maraîchage admettra des débits un peu plus forts (30 l/s en moyenne); les grosses cultures en raies supporteront aisément 50 à 60 l/s; enfin les cultures à végétation très dense telles que les prairies exigeront, si l'on veut atteindre toutes les parties du champ, des débits plus élevés de l'ordre d'une centaine de litres.

La pente du terrain entre aussi en ligne de compte. Les fortes pentes imposeront des débits faibles sous peine d'érosion ou d'inégale répartition de l'eau. Les pentes faibles demanderont pour un bon acheminement de l'élément liquide des mains d'eau plus élevées.

Mais, la main d'eau caractérise en fait la maîtrise de l'ouvrier aiguier; aussi la technique et l'astuce de l'homme entrent pour une bonne part dans sa détermination.

L'Arabe, qui, pieds-nus, une pioche à la main, guide l'eau au hasard du micro-relief de son champ, sera vite débordé si le débit qu'il utilise est trop grand.

Le colon moderne qui aura pris soin d'aplanir ses parcelles, qui dispose de tracteurs et de billonneuses pour y tracer rapidement des multitudes de rigoles et qui ne craint pas la rupture de ses grands canaux car il a pris la précaution de les construire en béton, pourra en

un temps réduit avec un personnel peu nombreux effectuer de gros arrosages avec des mains d'eau élevées.

Sur un terrain en pente, l'exploitant qui aura ménagé des planches ou des cuvettes, pourra irriguer avec des débits plus forts que ne le permettrait l'épandage direct.

Hydrauliquement, la main d'eau sera le dernier débit qu'on mesurera au départ des dernières antennes du réseau. Ce débit ne devra plus être partagé car si on le partage, il devient trop petit et ne permet pas d'arroser convenablement tous les terrains. Il sera attribué par rotation à plusieurs parcelles.

UNITÉ DE SURFACE

A l'unité de débit se rattache l'unité de surface. C'est la superficie sur laquelle une main d'eau et une seule peut assurer toute la campagne d'irrigation.

Affectée à une parcelle n° 1 une jour donné, la main d'eau est ensuite affectée à des parcelles n° 2, 3, 4... n jusqu'à ce que ce soit l'heure de revenir à la parcelle n° 1 dont la capacité utile du sol arrive à épuisement. L'ensemble des parcelles 1, 2, 3... n forme l'unité territoriale du réseau que nous conviendrons d'appeler « quartier ».

FORME DU RÉSEAU

Ces deux unités étant précisées, nous pouvons, en les utilisant, organiser un réseau d'irrigation.

L'intérieur du quartier sera desservi par un canal que nous appellerons quaternaire. Par définition ce canal ne portera qu'un seul débit : la main d'eau, laquelle sera affectée par rotation à chacune des parcelles du quartier. Ces dernières pourront être bien ordonnées si le remembrement a été effectué ou encore s'il y a lotissement à partir de terrains domaniaux couvrant des surfaces importantes. Dans ce cas, le quaternaire pourra suivre la bordure de cote la plus élevée du quartier.

L'ensemble de plusieurs quartiers sera desservi par un canal tertiaire qui portera un débit multiple de la main d'eau. Remarquons que le tertiaire ne porte pas obligatoirement autant de mains d'eau qu'il dessert de quartiers. Les mains d'eau du tertiaire pourront être affectées par rotation aux différents quartiers. Cette particularité tient au fait que certains quartiers plantés en cultures peu exigeantes en eau peuvent se contenter de quelques jours d'irrigation par mois.

Les canaux tertiaires seront branchés sur des canaux secondaires de section plus grande, ces derniers sur des canaux primaires ou principaux.

Remarquons que, conservant pour le plus grand canal du réseau le terme de « principal », et de « quaternaire » pour le canal de quartier, on ne trouve pas toujours obligatoirement tous les échelons intermédiaires de canaux (tertiaires, secondaires, etc.).

On peut objecter que cette terminologie est purement conventionnelle. Il serait cependant souhaitable que le même terme désignât un canal qui serait toujours du même ordre de grandeur de section.

Mais l'essentiel de cette énumération fastidieuse des éléments du réseau réside dans le fait qu'une bonne organisation de réseau doit se comprendre à partir des unités de base, quartier et mains d'eau, qu'on assemble et non pas à partir d'un grand canal qu'on ramifie.

Le but de l'irrigation étant de mettre les terres en valeur, un système de routes devra sillonner le périmètre.

En plaçant les voies de communication en bordure des canaux d'irrigation elles servent également de chemins d'accès aux canaux, ce qui en permet l'entretien et la surveillance.

Nous avons vu d'autre part que le drainage était également à prendre en considération, soit pour contrôler un niveau phréatique qui risque de s'établir trop près de la surface du sol, soit pour évacuer les eaux de pluie qui peuvent entraîner la submersion prolongée du terrain pendant la saison humide.

Il est intéressant de concevoir simultanément ces trois réseaux, irrigation, drainage et routes; on cherchera à grouper ces trois éléments de l'infrastructure. Ce but est facile à atteindre dans les grandes plaines à pendage unique où il est permis de placer côte à côte un canal d'irrigation et de drainage. En se déplaçant suivant la pente du terrain on rencontre ainsi, d'abord le canal de drainage des terres qu'on vient de traverser, puis le canal d'irrigation qui domine les terres situées en contre-bas. Le chemin longe un bord de ces canaux ou s'intercale entre eux.

L'utilisation croissante de canaux surélevés permet d'adopter les mêmes dispositions dans les zones à relief irrégulier et d'abandonner ainsi la vieille règle : irrigation sur les lignes de crête, drainage dans les thalwegs.

Les avantages attachés à une telle méthode sont évidents : D'une part, il est préférable d'avoir à exécuter les expropriations sur une seule bande de terrain assez large, que de réaliser cette opération sur plusieurs bandes disséminées dans le périmètre; d'autre part, il y a regroupement des chantiers de travaux au lieu d'une trop grande dispersion.

NATURE DES RÉSEAUX

Pour compléter cette description rapide d'un réseau, il convient de consacrer quelques instants à la nature des canaux. Nous nous bornerons à passer rapidement en revue les différents types utilisés.

— Tout d'abord il convient de citer le canal en terre utilisé depuis les âges les plus reculés. C'est le moyen le plus classique de transporter l'eau, auquel on doit penser en premier lieu.

— Par compaction des parois et des berges, on arrive à améliorer l'étanchéité de ces canaux.

— Dès que les terrains traversés présentent une certaine perméabilité, que l'eau n'est disponible qu'en petites quantités, que les parcours sont longs, il devient indispensable de réduire les pertes en ayant recours aux revêtements.

— Revêtements d'argile compactée.

— Revêtements de béton armé ou non armé, coulé sur place ou par plaques préfabriquées.

— Revêtements asphaltiques, sol-ciment, etc.

— Le canal creusé et revêtu a conduit aux canaux préfabriqués et placés sur appuis, dont les avantages sont indiscutables : liberté considérablement accrue vis-à-vis de la topographie, tronçons rectilignes plus longs, moins de courbes, possibilité de mieux suivre des tracés obligatoires tels que des limites de propriété, ou d'éviter des obstacles.

Ces canaux peuvent être en béton sans armature, auquel cas les éléments seront courts. En utilisant le béton armé et même la précontrainte, la longueur des éléments croît (7 m).

Il faut citer également l'avenir qui semble s'ouvrir aux canaux genre amiante-ciment ou fibro-ciment, intéressants à cause de leur légèreté. En revanche, ils sont plus fragiles et le problème du joint semble moins bien résolu.

— Citons encore pour mémoire les canaux en bois des pionniers américains, et les canaux métalliques que l'industrie d'Outre-Atlantique met à la disposition de l'agriculture.

— A côté des canaux, une place doit être réservée aux conduites également utilisées avec bonheur pour conduire de l'eau d'irrigation, principalement dans des régions accidentées.

OUVRAGES

Enfin, pour relier cet ensemble de canaux dont nous venons d'analyser successivement la fonction, la disposition et la nature, des ouvrages sont nécessaires.

Nous ne parlerons pas des ouvrages de tête : barrages, prises d'eau, ni des ouvrages de franchissement : ponts, buses, dalots, passerelles, passages inférieurs, baches, etc., dont la description conduirait à un véritable cours de génie civil.

Par contre, nous nous arrêterons un instant sur les ouvrages de distribution placés en général à toutes les bifurcations du réseau et chargés d'aiguiller l'eau vers les différents canaux (fig. 5). Ce sont à partir de ces points que les ordres seront communiqués, et les impulsions seront lancées dans le réseau par les manœuvres qui y seront effectuées.

Ceci nous amène à parler de la distribution à laquelle nous allons consacrer un chapitre qui mérite bien toute l'importance que nous voulons lui donner.



FIG. 5. — Ancien ouvrage de partition (Sud Algérien).

DISTRIBUTION



FIG. 6. — Irrigation de terrains avant les semailles (Algérie).

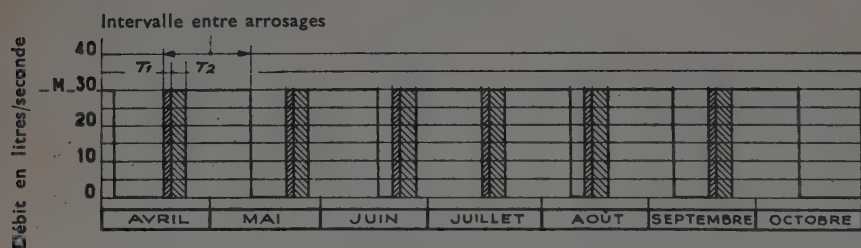


FIG. 6 bis. — Attribution de l'eau en tête d'un quartier.
Les zones hachurées sont les attributions à deux parcelles inégales du quartier.

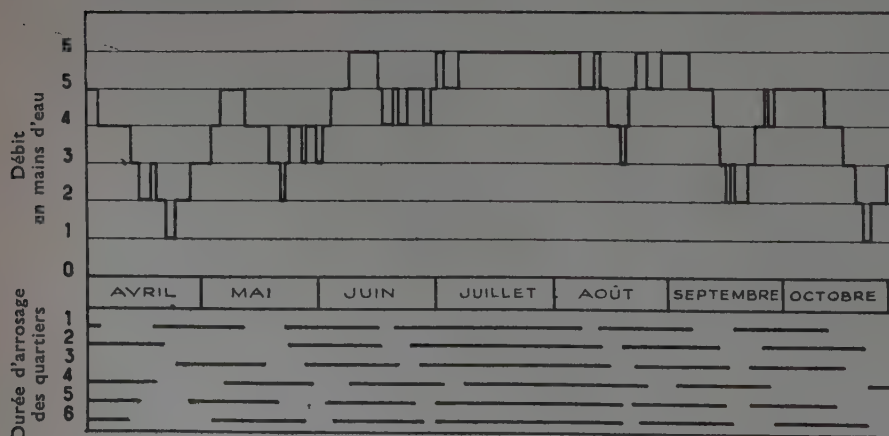


FIG. 6 ter. — Composition des débits dans le tronçon du canal tertiaire desservant six quartiers.

PRINCIPES

Il nous faut reprendre les différents éléments du réseau définis ci-dessus et examiner les lois auxquelles obéit l'eau pour réaliser l'irrigation. Le but final étant l'arrosage des parcelles (fig. 6), nous allons revenir à ces cellules du réseau, puis considérer, en remontant vers l'amont, les canaux d'ordre supérieur.

Nous avons vu que sur une parcelle, il faut renouveler la capacité utile du sol chaque fois qu'elle arrive à épuisement. L'arrosage par lequel on réalimente cette capacité utile se fait avec la main d'eau. La loi de débit attribué à une parcelle, en fonction du temps, est schématisée par la figure 6 bis : un débit constant M pendant des temps T_1 séparés par de longs intervalles. La parcelle voisine aura une loi de débit attribué ayant la même allure. Simple-ment, les temps T_2 d'attribution ne seront pas les mêmes puisque l'irrigation se fait avec la même main d'eau et à tour de rôle.

En tête du quartier, cette main d'eau arrive par définition en permanence. Remarquons cependant que cette permanence n'a lieu qu'au moment des fortes irrigations, c'est-à-dire à l'époque au cours de laquelle les intervalles entre les arrosages sont courts. A mesure qu'on s'éloigne de cette période d'irrigation intense, cette continuité n'a plus lieu de se maintenir et des arrêts de l'eau apparaissent, de plus en plus longs à mesure qu'on approche des périodes de l'année à faible irrigation.

Sur le tertiaire et pour chacun de ses tronçons (un tronçon est la partie du canal comprise entre deux prises de quaternaires consécutives), la loi de débit sera obtenue en « additionnant » les courbes de débit à respecter en tête de chacun des quartiers desservis.

La courbe obtenue (fig. 6 ter) sera une courbe en escaliers, les hauteurs des paliers étant des multiples de la main d'eau.

Il en est de même pour les canaux plus gros.

Les courbes obtenues paraissent

compliquées. En fait, elles impliquent un nombre tout à fait réalisable de manœuvres. Sur un quartier le nombre de manœuvres est limité. En période de pointe, la main d'eau s'y écoule en permanence. Il n'y a donc pas de manœuvre. Au cours de la saison entière, on peut être amené à pratiquer une douzaine de manœuvres. Une manœuvre en tête de quartier implique une manœuvre sur le tertiaire.

Si l'envoi ou le retrait de la main d'eau en tête du quartier considéré sont compensés par un changement de débit de sens contraire sur un autre quartier du tertiaire, le débit de tête de ce dernier ne varie pas, sinon il faudra effectuer une manœuvre sur le secondaire et ainsi de suite.

De ceci on peut retenir deux principes :

— D'une part, organiser les programmes de manière qu'une modification en tête de quartier ne se répercute pas vers l'amont, pour diminuer le nombre d'escaliers des courbes de débit;

— D'autre part, adopter des méthodes de changement de débit qui permettent l'envoi des débits prévus dans les ouvrages et les canaux envisagés, *mais sans rien modifier dans les autres canaux du réseau*, sous peine d'avoir à effectuer des réglages dans le réseau entier chaque fois qu'on veut modifier une attribution ne serait-ce que sur un quartier.

Il faut dire qu'il n'a guère été possible jusqu'à maintenant de suivre ces courbes de débit. D'ailleurs l'analyse des besoins n'est presque jamais conduite comme nous venons de le faire et les méthodes employées sont presque aussi nombreuses que les périmètres eux-mêmes.

La méthode la plus simple consiste à laisser constamment l'eau dans les canaux ou tout au moins à la laisser pendant toute la saison d'irrigation. L'eau passe en tête des propriétés et les usagers se servent quand ils le veulent. Quand ils ont terminé leurs ouvrages, ils referment leurs vannes et l'eau continue à couler. Ce procédé a l'avantage de réduire au minimum les opérations de manœuvre; en revanche beaucoup d'eau se perd, ce qui peut être grave. S'il y a abondance d'eau, ces pertes ne présentent aucun ennui, à condition cependant qu'elles ne favorisent pas l'inondation des bas-fonds ou la remontée de la nappe phréatique à une cote dangereuse pour la vie des racines.

Mais dans les pays d'irrigation, l'eau a, en général, son prix et une telle méthode est à proscrire. Pratiquement, un réseau donné possède une certaine capacité de transport inférieure à ce que pourrait consommer l'ensemble des terres desservies. En fonction de ce qui est disponible en tête du réseau, les attributions des canaux inférieurs sont réduites; au stade des dernières antennes, du quartier par exemple, les mains d'eau ont des valeurs plus faibles.

Cependant, des procédés plus modernes ont vu le jour et certains réseaux commencent à pouvoir distribuer leur eau correctement. Comme un grand nombre d'études actuelles prévoient l'emploi de ces procédés, nous allons les décrire aussi succinctement que possible.

APPAREILS ET PROCÉDÉS DE DISTRIBUTION

Appareils de contrôle.

Distribution de débits déterminés.

Module à masque :

Le module à masque (fig. 7) est un appareil métallique destiné à prélever le débit que l'on désire à partir d'un canal ou d'un bassin dans lequel le niveau varie peu.

Cet appareil est constitué par un déversoir incliné assez fortement vers l'amont, faiblement vers l'aval, surmonté d'un masque fixe. Ces deux pièces enserrées entre deux flasques parallèles forment un orifice qu'une vannette peut obturer.

L'appareil ne fonctionne qu'avec sa vannette grande ouverte.

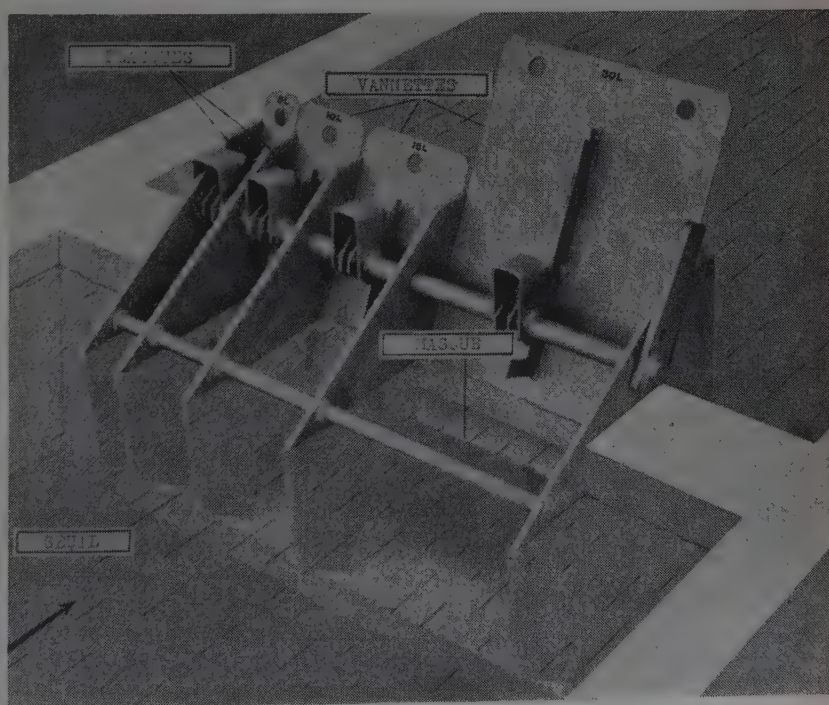
Si le niveau amont de l'orifice varie entre des limites bien déterminées (par exemple 8 cm pour un niveau moyen à environ 25 cm au-dessus du seuil du déversoir), le débit qui s'échappe par l'orifice reste constant à $\pm 5\%$, précision très largement suffisante en matière de fourniture d'eau d'irrigation.

La constance du débit provient du fait que l'accroissement de vitesse provoquée par l'accroissement de la charge s'accompagne également d'un accroissement de la contraction de la veine liquide de sortie.

Le seuil incliné à l'aval permet l'établissement d'un ressaut qui récupère une partie de l'énergie cinétique à la sortie de l'appareil et la perte de charge totale nécessaire au passage du débit est voisine de 10 cm.

L'appareil est fabriqué en tôle et comprend en général plusieurs modules élémentaires associés, capables chacun d'un débit bien déterminé marqué en gros caractères sur la vannette correspondante.

FIG. 7. — Module à masque Neyrpic. Distributeur de débit.



Un tel appareil intercalé entre un canal d'amenée d'eau, dans lequel on aura pris la précaution de maintenir le niveau entre les cotes admissibles pour les modules et le champ à irriguer, permet, par la simple ouverture de quelques vannettes, de dériver vers le terrain les débits désirés.

Si par exemple le module est capable de 60 l/s et est fractionné en trois vannettes de respectivement 10, 20 et 30 l/s, il sera possible d'envoyer dans le terrain les débits suivants :

10, 20, 30, 40, 50 et 60 l/s.

Réglage des niveaux.

Vanne à niveau amont constant :

Cette vanne, placée dans un canal, a pour but de maintenir le niveau constant à son amont (fig. 8).

Le tablier de la vanne a la forme du canal dans lequel elle est installée.

Côté amont, le tablier possède un flotteur. Côté aval, le tablier est porté par une charpente qui oscille autour d'un axe horizontal perpendiculaire au sens de l'écoulement (fig. 9).

Par oscillation autour de son axe, la vanne ouvre ou ferme.

Soumis à la poussée sur le flotteur qui tend à l'ouvrir et à son propre poids qui tend à la fermer, l'appareil ne peut être en équilibre que si le niveau amont se trouve à la cote de l'axe. Quels que soient les débits qui se présentent à l'amont, la vanne réagit et bascule jusqu'à ce que le niveau amont s'établisse à la cote de l'axe, donc à une cote constante. Si le débit qui arrive à l'amont est faible, la vanne est presque fermée; si au contraire ce débit est élevé, la vanne libérera la presque totalité de la section du canal.

Vanne à niveau aval constant :

Cette vanne, branchée sur un canal ou un bassin, laisse passer de l'eau venant de ce canal ou de ce bassin et maintient en permanence un niveau constant à son aval (fig. 10).

Le tablier et la charpente de la vanne à niveau amont constant sont conservés. Le flotteur ne se trouve plus associé au tablier et à son amont, mais fixé directement à la charpente et à l'aval de l'axe.

Le fonctionnement est toujours basé sur les mêmes lois de l'hydrostatique et de la gravité : la vanne ne peut être en équilibre que si le niveau dans lequel trempe le flotteur reste à la cote de l'axe du système oscillant. Comme le flotteur baigne dans le niveau aval, c'est ce dernier qui se maintient constant quelles que soient les causes de rupture de l'équilibre.

Un type de vanne très voisin possède un tablier obturant un orifice en charge au lieu d'obturer une section à surface libre (fig. 11).

Remarquons que le débit de la vanne à niveau amont constant n'est sensible qu'aux variations de régime à l'amont de la vanne, et que le débit de la vanne à niveau aval constant n'est sensible qu'aux variations du régime à l'aval de la vanne.

Les deux vannes laissent passer les plus forts débits qu'elles peuvent admettre avec des pertes de charge très faibles.

La présentation des appareils de contrôle de l'eau ne constitue pas le but de ce rapport. Aussi la digression

que nous nous sommes permise se limite-t-elle à la description sommaire des quelques types précédents, le plus couramment utilisés actuellement.

Il suffit de savoir qu'à ceux-ci s'ajoutent bon nombre de systèmes inspirés des mêmes principes et destinés à contrôler des débits et des niveaux dans des conditions particulières : vannes réglant successivement plusieurs niveaux, vannes réglant un niveau et faisant office de clapets, appareils à débit constant, etc.

Utilisation des appareils de contrôle.

Comment le réglage de l'eau dans le sol va-t-il pouvoir être obtenu à l'aide des appareils que nous venons de décrire ? Le lecteur l'aura peut-être déjà deviné, au moins dans ses grandes lignes. Nous allons cependant examiner le détail de ces nouveaux procédés de réglage car il devient possible pour la première fois de satisfaire aussi pleinement à toutes les exigences du sol.

Hier, on bâtissait les réseaux d'irrigation pour complaire aux habitudes des hommes; heureusement cette routine concordait en général avec ce qu'il fallait faire pour améliorer l'agriculture. Aujourd'hui, on peut construire avec plus de logique, pour complaire aux nécessités des plantes. D'une entreprise problématique, l'hydraulique agricole devient une opération à succès certain qu'on peut assurer d'avance.

Irrigation.

Pour abréger l'exposé, nous demanderons au lecteur de jeter un coup d'œil sur le croquis de la figure 12.

Au premier plan, on peut voir l'eau s'échappant d'une batterie de modules et pénétrant dans quatre raies de cultures. Les modules à masque sont alimentés par le canal qui longe la route. La vanne à niveau amont constant installée dans le canal assure une charge correcte sur les modules. Ces derniers sont fractionnés en trois vannettes capables respectivement de 30, 20 et 10 l/s. Le croquis montre la vannette de 30 l/s ouverte; ce débit convient à l'irrigation de culture en raies. Si sur la même propriété il existe des luzernières par exemple, on les irriguera avec 60 l/s, en ouvrant les trois vannettes, car il faut disposer de débits instantanés plus grands pour que l'eau s'étale correctement dans les prairies.

Par l'emploi des modules, l'irrigation devient simple et rationnelle.

1° Par la simple ouverture des vannettes, on obtient la main d'eau désirée.

2° Le simple comptage du temps d'ouverture des vannettes des modules permet de déterminer la quantité d'eau réellement appliquée sur les champs.

Quelles que soient la culture envisagée et la quantité d'eau à lui fournir, l'irrigation sera possible et pourra être effectuée dans les conditions requises.

3° Enfin il convient de faire remarquer les facilités que le procédé apporte à l'exploitation du réseau de distribution.

— Les vannettes peuvent n'être manœuvrées que par les gardes des eaux grâce à un dispositif de sûreté à clef qui immobilise les vannettes soit dans la position ouverte, soit dans la position fermée.

— Le garde des eaux n'a aucun réglage long à effectuer. Il lui suffit d'ouvrir les vannettes suivant le débit qu'il doit libérer vers l'irrigant.

— La comptabilité de l'eau effectivement délivrée peut être dressée avec la plus grande simplicité par le simple relevé des temps d'ouverture des vannettes.



FIG. 8. — Vanne à niveau amont constant et modules à masque (Algérie).



FIG. 10. — Vanne à niveau aval constant (Algérie).



FIG. 9. — Vanne à niveau amont constant Neyrpic.

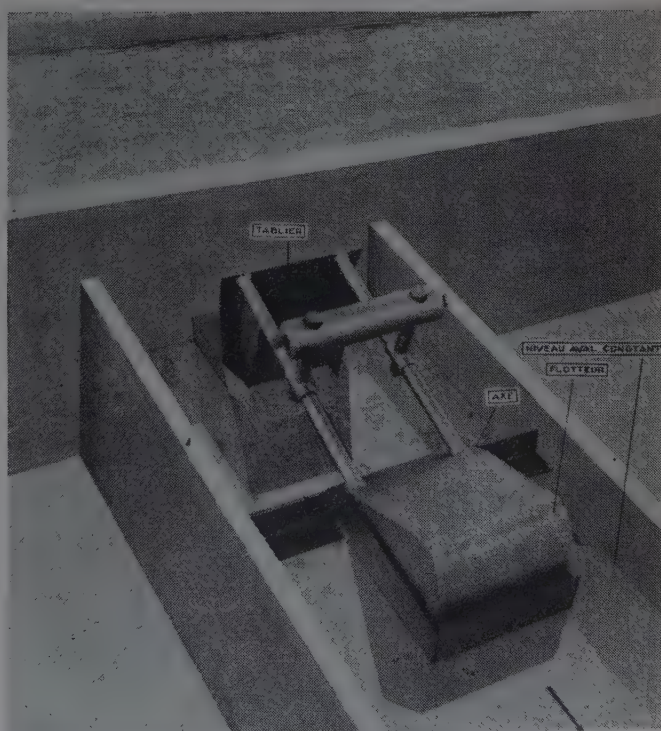


FIG. 11. — Vanne à niveau aval constant Neyrpic.

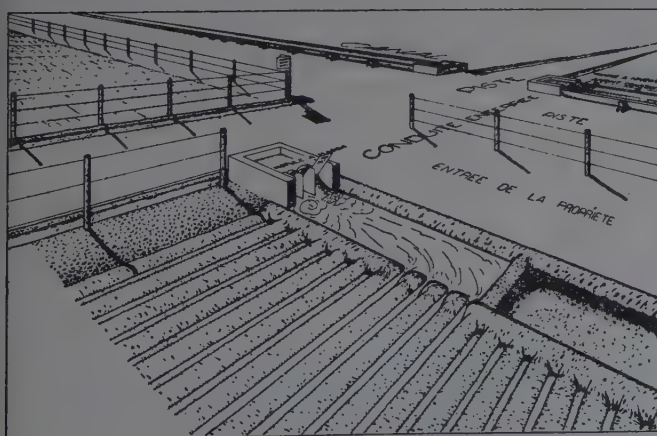


FIG. 12. — Alimentation d'un quartier.

Rizières.

Nous faisons une mention particulière pour les rizières dont l'irrigation obéit à des règles spéciales. Nous avons encore fait appel à un croquis, celui de la figure 13; nous avons représenté une rizière dans laquelle l'eau pénètre par un appareil à niveau aval constant.

En effet, le riz demande une submersion du terrain variable suivant les époques de végétation de la plante. A une époque déterminée, le niveau de submersion est maintenu constant par l'appareil. Lorsque le riz se développe et demande une plus grande hauteur d'eau, le nouveau niveau à régler est obtenu en modifiant la position du flotteur sur son bâti.

L'énorme avantage du système réside dans le fait que l'irrigation du riz, qui est permanente pendant plusieurs mois, est assurée tout au long de cette période malgré les éléments perturbateurs qui sont :

— Les variations que subissent les régimes de canaux d'amenée;

— Les précipitations. En effet, ces dernières ont lieu en général pendant la croissance du riz. Dès que la pluie commence à faire monter l'eau de la rizière, la vanne d'alimentation se ferme de manière à ramener le niveau à la cote fixée. Si la pluie persiste, la vanne ferme complètement.

A la veille de la moisson, les appareils peuvent être réintégrés à la ferme pour leur entretien et ils ne génèrent pas les façons culturales.

Expression des débits d'irrigation.

A notre avis, la façon la plus simple d'exprimer ces débits consiste à suivre les opérations mêmes de l'irrigation. Main d'eau, durée d'un arrosage et écartement entre les arrosages caractérisent bien une irrigation.

Cependant, il est fait souvent appel aux notions de débit moyen, de débit fictif continu et des incompréhensions en découlent souvent. Aussi en dirons-nous quelques mots.

Ces débits se rapportent en général à l'hectare.

Reconsidérons la courbe de débit en tête du quartier de la figure 6 bis. Pendant la période de pointe au cours de laquelle la main d'eau M l/s coule en permanence vers le quartier de surface A ha, le débit moyen est $\frac{M}{A}$ l/s. ha. C'est un débit réel.

Si on se place dans une période d'irrigation intermittente, il faut considérer le volume total d'eau attribué pendant cette période, le diviser par le nombre de secondes de la période considérée et par la surface A . Le débit moyen obtenu est inférieur au précédent et il est fictif.

D'une manière générale, pour un canal déterminé, le débit moyen déterminé suivant ce procédé est réel si au cours de la période considérée le débit du canal reste constant et ininterrompu. Il devient fictif dans le cas contraire.

Nous avons vu que les rotations dans les petits canaux d'extrémité n'affectent pas

toujours les grands canaux.

L'organisation de la distribution doit rechercher d'ailleurs ce résultat qui se traduit par des régimes invariables dans les grands canaux pendant des périodes assez longues (15 j, 1 mois). Aussi les débits moyens continus relatifs à ces grands canaux sont-ils réels. On les détermine en considérant les surfaces desservies $S_1 S_2 \dots S_n$, plantées en culture $C_1 C_2 \dots C_n$. Pour chacune de ces dernières, on connaît les quantités d'eau à l'hectare à appliquer aux diverses époques de l'année.

Les volumes totaux d'eau nécessaires pour chaque période unité (quinzaine par exemple) ramenés à l'hectare et à la seconde donnent les valeurs du débit moyen continu.

Ces valeurs présentent un maximum. C'est le débit moyen de pointe appelé encore module de pointe. C'est à partir de cette valeur que sont calculées les dimensions des grands canaux. Remarquons qu'à un module de pointe peut correspondre toute une gamme des valeurs S_1, S_2, \dots, S_n et des quantités d'eau nécessaires aux cultures correspondantes, c'est-à-dire toute une gamme de programmes agricoles.

ÉTUDES DE RÉSEAUX

Après un aussi long discours sur les irrigations, il semble grand temps d'aborder le chapitre des études qui reste le sujet de notre exposé. Il était impossible de parler des études sans connaître la matière à étudier. Mais ces quelques pas parcourus ensemble dans le domaine des irrigations vont nous permettre de vous exposer

rapidement les caractéristiques générales des études.

Le tableau (fig. 14) ci-dessous propose un programme. Ce n'est ni une formule absolue, ni une formule parfaite. Les critiques seront non seulement permises mais bienvenues.

Le programme proposé comporte trois grandes parties.



FIG. 13.
Appareil établissant un niveau constant dans les rizières.

RÉSEAU D'IRRIGATION

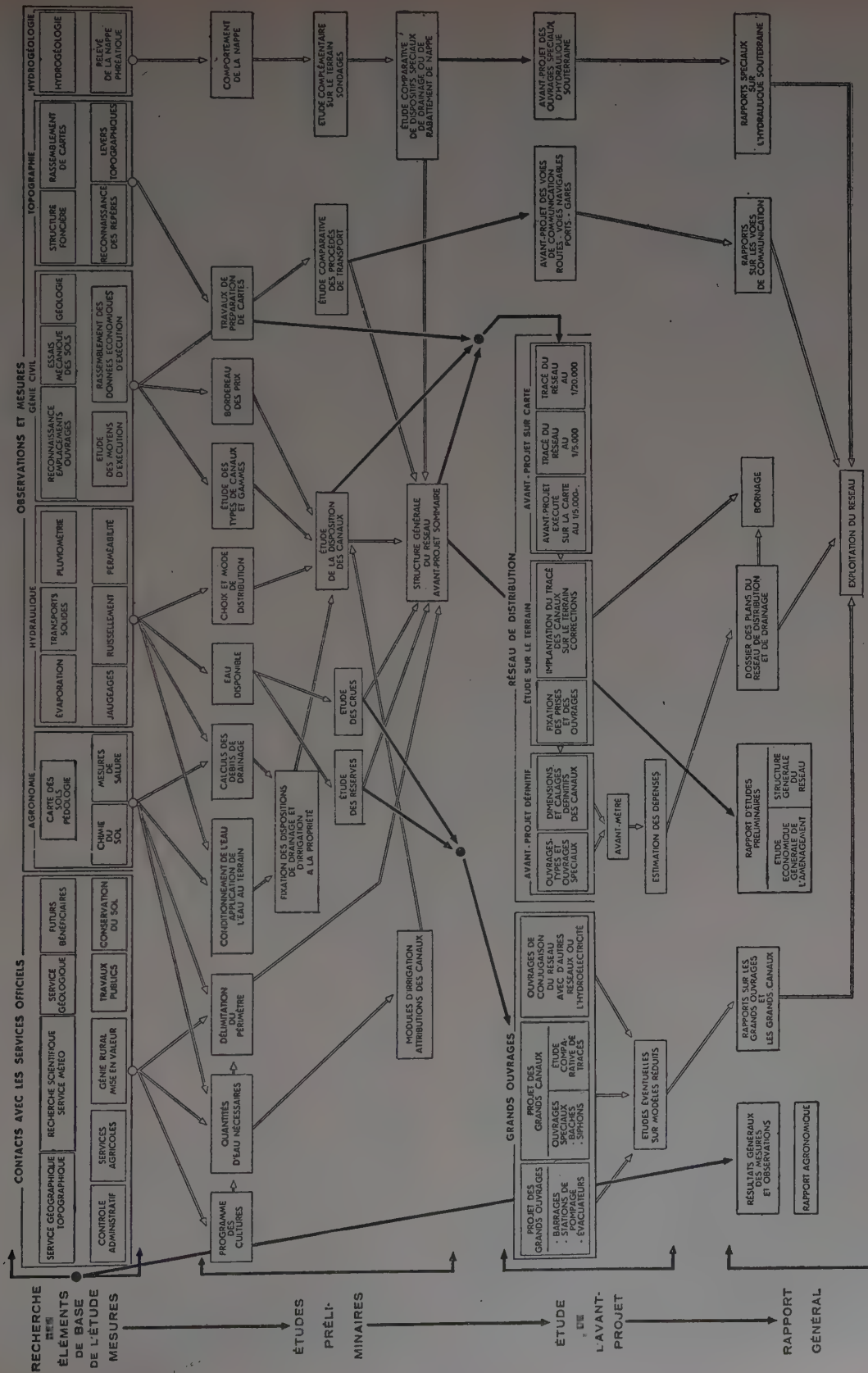


Fig. 14. — Schéma d'une étude générale d'hydraulique agricole. Réseau d'irrigation.

1° RECHERCHE DES ÉLÉMENTS DE BASE DE L'ÉTUDE

Sous la rubrique « Contacts avec les services officiels » sont cités les principaux services publics que tout pays organisé possède au sein de son administration intérieure. Il est évident que c'est auprès de ces organismes qu'on trouvera des renseignements concernant le périmètre à étudier. L'examen des données connues révèle l'insuffisance de la connaissance sur certains aspects de la région, et il convient de combler les lacunes.

Aussi, dans la plupart des cas, et principalement dans les pays d'Outre-Mer, une campagne d'observations et de mesures est-elle nécessaire pour apporter aux techniciens quelques éclaircissements supplémentaires, indispensables pour appuyer leurs projets sur des bases sûres.

Dans chacune des spécialités principales, agronomie, hydraulique, génie civil, topographie, hydrogéologie, des reconnaissances, des observations et des relevés méthodiques fourniront des données sérieuses en lesquelles on aura toute confiance car elles auront été précisément recueillies dans un but bien déterminé.

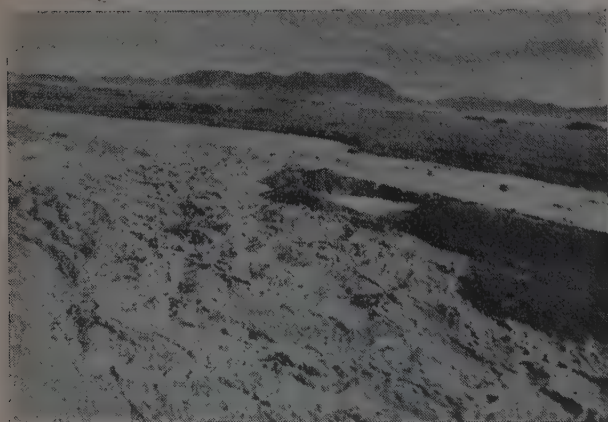
Chaque case représente une opération définie comportant sinon son personnel, du moins son matériel spécialisé.

L'ensemble représente un travail de grande envergure, tant par les étendues souvent immenses qu'il y a lieu de prospecter, que par les difficultés matérielles rencontrées.

Le nombre de cases montre le nombre et la complexité des facteurs qui entrent en jeu dans l'étude d'un projet d'irrigation. La prise en considération méthodique de ces facteurs peut paraître quelquefois stérile; souvent, elle évite des déboires.

La figure 15 représente le ruissellement provoqué par les eaux de pluie sur un versant qui domine un futur périmètre. Aucune carte ne signalait les cours d'eau sans lit défini. L'observation des phénomènes naturels de la région a permis de déceler ces ruissellements, de les mesurer, et d'envisager les mesures à établir pour en protéger le périmètre.

FIG. 15. — Ruissellement des eaux de pluie dans le futur périmètre d'El Kelaa (Maroc).



2° ÉTUDES PRÉLIMINAIRES

Cette seconde partie des études a pour but d'utiliser les données recueillies de la manière que nous venons de décrire, pour aboutir à un tracé du réseau d'irrigation qui convienne bien au périmètre étudié.

La forme du quartier, la valeur de la main d'eau feront l'objet de toute l'attention qu'ils méritent. Si l'expérimentation n'est pas suffisante pour les déterminer avec précision ou si elle leur laisse une certaine latitude à leur égard, il conviendra de choisir le quartier et la main d'eau qui conduisent à l'aménagement le plus économique, ou le mieux ordonné.

Des variantes dans les tracés en résulteront, et leur comparaison sera toujours utile, car elle mettra en évidence la solution la plus avantageuse.

Ces études préliminaires ont également pour but de pallier l'insuffisance des données ou plutôt leur imprécision inévitable.

En effet, prenons l'exemple de la détermination de la quantité d'eau nécessaire à une culture. Capacité de rétention, capacité utile, point de flétrissement. On a l'impression qu'en faisant l'arithmétique la plus simple, on puisse connaître les besoins des sols et ceux des plantes.

En fait, au lieu de cette arithmétique élémentaire, c'est une physique très complexe que l'on essaie de pénétrer. Avant l'irrigation, la teneur en eau du sol croît avec la profondeur. Immédiatement après l'irrigation, la répartition de l'eau s'établit avec une très forte teneur au voisinage de la surface alors que les couches plus profondes ne sont même pas affectées. Puis avec le temps, la teneur diminue en surface et augmente en profondeur.

A quel moment atteint-on la capacité de rétention, à quel moment arrive-t-on au point de flétrissement? On ne peut le dire exactement. Quelle tranche de sol une culture donnée intéresse-t-elle? 40 cm, disent les uns, mais cela pourrait bien être 30 ou 60. La belle notion de capacité utile se trouve donc bien compromise.

Le programme des cultures lui aussi se présente souvent comme une inconnue du problème. En général les agriculteurs établis sur un périmètre conservent toute liberté d'action et suivent les fluctuations économiques du marché. Il est difficile de dire à l'avance si telle ou telle spéculation couvrira une fraction donnée de la surface irriguée.

Il semble donc intéressant de concevoir le réseau en faisant une série d'hypothèses quant à ces données. On essaiera de mettre en évidence les éléments du réseau sur lesquels ces imprécisions n'ont aucune influence: on pourra les construire en toute quiétude. Le souci de conserver la possibilité de donner au périmètre diverses orientations agricoles guidera dans le choix du tracé du réseau.

Enfin la disposition générale des canaux constitue un vaste problème dont la résolution présente plus d'un intérêt. Les écartements des différents ordres de canaux ne peuvent être choisis arbitrairement comme il est fait bien souvent. Parmi les multiples manières de conduire l'eau depuis la source jusqu'aux milliers de parcelles du périmètre, il en existe obligatoirement de plus économiques. Il convient de les découvrir.

De même, on conçoit qu'il est possible d'augmenter l'importance d'une catégorie de canaux (secondaire, tertiaire, etc.) aux dépens d'une autre. Des tracés comportant

des « volumes » différents d'une catégorie donnée de canaux, doivent être considérées; en effet on sait que les charges sont réparties entre l'État, certaines collectivités et les particuliers eux-mêmes. Les variantes dans la conception constituent autant d'éléments d'appréciation qui permettent d'ajuster les projets aux possibilités financières de chacun.

Le résultat final de cette série d'études préliminaires consistera en un ou plusieurs plans d'ensemble sommaires du réseau, accompagnés d'une estimation, à partir desquels les organismes directeurs pourront prendre toutes les décisions relatives à la mise en valeur du périmètre.

3° ÉTUDES DU PROJET

Ces études détaillées reprendront le plan d'ensemble auquel auront abouti les études préliminaires et seront destinées à fixer définitivement les lignes du projet.

Le plan général sera adopté à des cartes plus complètes et subira l'épreuve de la confrontation avec le terrain lui-même. Les règles générales définies dans le précédent cycle d'études seront appliquées sans trop de rigidité; on cherchera surtout à obtenir un réseau bien disposé, logiquement desservi, tel celui d'El Kelaa des Sharna (fig. 17) que nous publions avec l'autorisation du Groupement pour les Études et Travaux d'Irrigation au Maroc.

On remarquera l'éventail harmonieux des canaux, le quadrillage régulier formé par les canaux allant du sud au nord et des pistes transversales orientées d'est en ouest.

Signalons en passant que l'utilisation des canaux sur appuis (fig. 16) a permis cette disposition régulière et des tracés presque rectilignes.

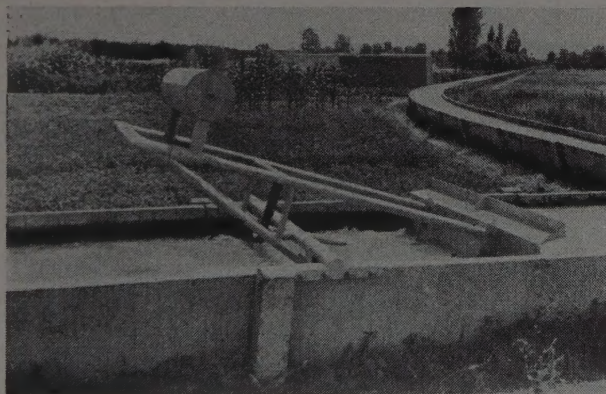


FIG. 16. — Canaux demi-circulaires sur appuis et vanne à niveau amont constant.

Le grand nombre d'ouvrages oriente naturellement vers la recherche de leur standardisation à laquelle ils se prêtent assez bien.

Il faudrait également parler des grands canaux, des ouvrages de franchissement multiples qu'ils comportent, des prises d'eau. Cela nous entraînerait trop loin et nous en laissons l'exposé à des personnes plus compétentes.

CONCLUSION

Au terme de cet exposé, il ressort que l'étude d'un réseau d'irrigation est une entreprise longue et délicate où interviennent des techniques très variées qu'on ne peut aborder qu'avec des équipes homogènes et spécialement préparées à ce genre de travail.

La mise en valeur par l'irrigation gagne de plus en plus la faveur des hommes qui président aux destinées du monde. M. Henri PRAT, Professeur à l'Université de Montréal, dans son livre *L'Homme et le Sol*, considère l'évolution du comportement de l'homme à la surface de la terre.

D'abord chasseur et pêcheur, l'homme s'est ensuite fait agriculteur à la limite des zones sèches. Puis il a émigré vers les zones humides, a conquis la forêt, l'a détruite et, aujourd'hui, il revient vers les zones désertiques qu'il habitait jadis.

Ce retour est peut-être accéléré par les nécessités de l'heure : les terres de « civilisation ancienne », surpeuplées, paraissent moins clémentes; le cataclysme des guerres les ravagent souvent, et les zones présentement arides sont peut-être les greniers les plus sûrs pour demain.

A cette conquête des terres nouvelles, l'irrigation est un outil de premier ordre qu'on doit manier avec précaution, comme il a été essayé de le démontrer dans ces quelques pages.

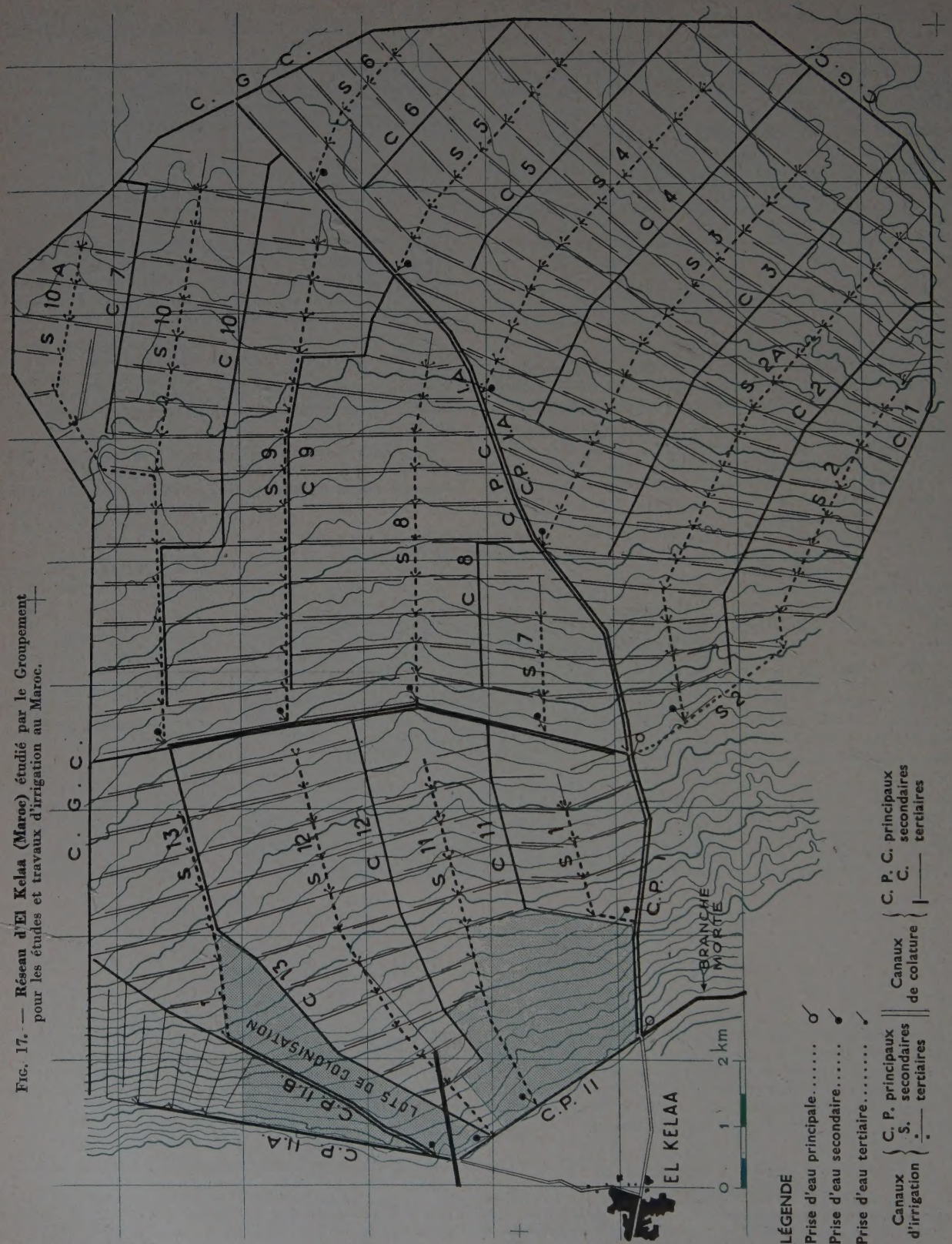
CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Je remercie vivement M. RE de cette conférence de synthèse qu'il vient de nous faire. Comme en une véritable chaîne, il nous a montré les techniques successives nécessaires pour mettre en œuvre et mener à bien une irrigation. Il nous a montré également d'heureux dispositifs. Je crois qu'il nous a surtout prouvé avec un vocabulaire nouveau,

qui n'est pas le vocabulaire usuel en matière d'irrigation, qu'à la base de tout projet de cette nature devait se placer une étude agronomique très poussée. C'est un conseil très sage et si de cette conférence on peut retenir cette règle d'or en cette matière elle n'aura pas été inutile.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

Fig. 17. — Réseau d'El Kelaa (Maroc) étudié par le Groupement pour les études et travaux d'irrigation au Maroc.



LÉGENDE

- Prise d'eau principale.....
- Prise d'eau secondaire.....
- Prise d'eau tertiaire.....

Canaux d'irrigation { C. P. principaux
S. secondaires
tertiaires } Canaux de colature { C. P. C. principaux
C. secondaires
tertiaires }

GROS-ŒUVRE
(I)

Déjà paru dans la même série au 31 août 1951 :

N° 1. — Ch. et J. DORIAN, **Groupe scolaire des Sablons à Saint-Pierre-des-Corps.**

BATIR

REVUE TECHNIQUE DE LA FÉDÉRATION NATIONALE DU BATIMENT ET DES ACTIVITÉS ANNEXES
PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DE L'INSTITUT TECHNIQUE
ET DES LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

SOMMAIRE DU NUMÉRO 14, JUILLET 1951

L'INTRODUCTION DE MAIN-D'ŒUVRE ÉTRANGÈRE DANS LE BATIMENT

GROS-ŒUVRE : Les bétons à air occlus et leurs applications pratiques.

La fabrication du béton (VI).

BOIS : Portes planes.

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE : Les nouvelles règles de construction,

d'entretien et d'emploi des conduits de fumée.

PEINTURE ET DÉCORATION : Questions d'actualité.

ÉQUIPEMENT AGRICOLE : La construction des étables.

PATHOLOGIE DE LA CONSTRUCTION : Le décollement des enduits.

TRIBUNE LIBRE : Pour donner des logements aux sans-logis, cons-

truisons de nouveaux quartiers « d'affaires ».

Les films du Bâtiment.

Port-Talbot-sur-les-sables.

Les maladies professionnelles du Bâtiment.

Impressions d'un constructeur français aux U. S. A.

Courrier des lecteurs.

Fiches bibliographiques.

Ces textes s'attachent à présenter, d'une façon à la fois simple et complète, des renseignements utiles.

Prix du numéro : 300 F.

SPÉCIMEN GRATUIT SUR DEMANDE

BATIR — 33, avenue Kléber, Paris-XVI^e

Abonnement d'un an : 2 500 F.

(Neuf numéros)

EN PRÉPARATION :

SPÉCIFICATIONS U. N. P.

DES PRODUITS DE PEINTURE UTILISÉS DANS LES TRAVAUX DE BATIMENT

Le rétablissement des conditions économiques normales ayant permis de recouvrer la qualité des fabrications, l'**Union Nationale des Peintres et Vitriers de France** a entrepris d'établir des **Spécifications U. N. P. des Produits de Peinture utilisés dans les Travaux de Bâtiment**.

Ces spécifications doivent servir aux **Maîtres d'Œuvre** pour la description des travaux et permettre aux **Entrepreneurs de Peinture** de choisir en connaissance de cause parmi les produits présentés par leurs fournisseurs ceux que des qualités appropriées désignent comme convenant aux travaux à exécuter.

Une série de spécifications, mises au point en accord avec la Fédération Nationale des Fabricants de Peintures, sont en cours d'impression. Elles se présenteront sous la forme de fascicules réunis dans un cartonnage extensible, dans lequel pourront être incorporées les éditions ultérieures. Cette première publication sera mise en vente prochainement au prix de 800 F l'exemplaire, frais d'expédition recommandée 60 F. Les commandes peuvent dès maintenant être adressées à l'**INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS**, 28, boulevard Raspail, Paris-VII^e.

TABLE DES MATIÈRES DE LA BROCHURE :

Norme française T 30 001. — Peinture. Terminologie.

Norme française T 30 002. — Peintures. Classification des Pigments.

Spécification U. N. P. 0001. — Huile de lin crue.

Spécification U. N. P. 0020. — Essence de térébenthine.

Spécification U. N. P. 0021. — White Spirit (légal et usuel).

Spécification U. N. P. 0040. — Oxyde de zinc en poudre, oxydes de zinc en pâte.

Spécification U. N. P. 0050. — Blanc broyé à l'huile de lin.

Spécification U. N. P. 0070. — Minium en poudre sèche, minium en pâte, minium en peintures préparées.

Spécification U. N. P. 0520. — Impression Intérieure et Impression Extérieure pour bois (catégorie C ou D ou E).

Spécification U. N. P. 0521. — Impression Intérieure et Impression Extérieure pour plâtre, mortier, ciment (catégorie C ou D ou E).

Spécification U. N. P. 0701. — Couche de finition à l'huile, mate, blanche et tons clairs. Intérieur, bois, métal, plâtre (catégorie C ou D ou E).

Spécification U. N. P. 0702. — Couche de finition brillante à l'huile. Intérieur, bois, métal, plâtre (catégorie C ou D ou E).

Spécification U. N. P. 0704. — Couche de finition, peinture à l'huile de lin. Extérieur, blanc et tons clairs (tous subjectiles catégorie C).

Spécification U. N. P. 1401. — Mastics blancs de vitrerie.

Spécification U. N. P. 1402. — Mastics de vitrerie résineux.

Spécification U. N. P. 1403. — Mastics bitumineux plastiques pour vitrerie.